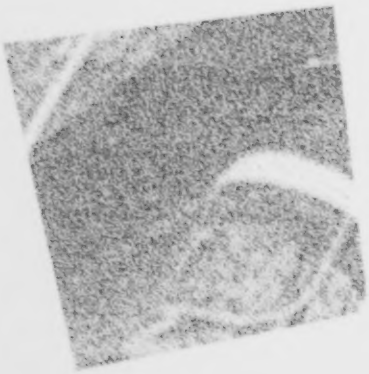
La substitution des solvants par l'alcool benzylique

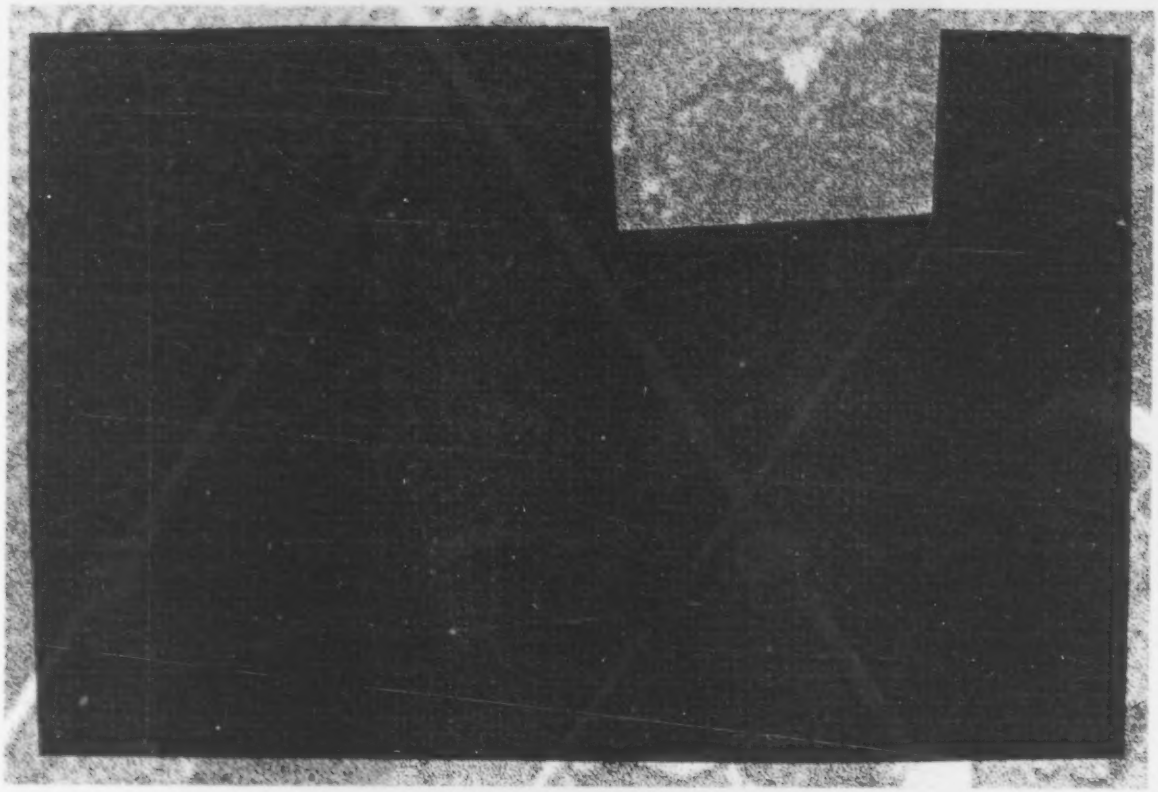


BILANS DE CONNAISSANCES

Denis Bégin
Mourad Moumen
Michel Gérin

B-068

RAPPORT



irsst

Université de Montréal

105-06437/

Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES *travaillent* pour vous !

MISSION

- Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.
- Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.
- Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siégent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

POUR EN SAVOIR PLUS...

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement.
www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par l'Institut et la CSST.
Abonnement : 1-877-221-7046

IRSST - Direction des communications
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1551
Télécopieur : (514) 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, juillet 2005

La substitution des solvants par l'alcool benzylique

BILANS DE CONNAISSANCES

Denis Bégin, Mourad Moumen et Michel Gérin

Université de Montréal, Faculté de médecine,
Département de santé environnementale et santé au travail

RAPPORT

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca

Cette publication est disponible
en version PDF
sur le site Web de l'IRSST.

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST

Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

Résumé

L'alcool benzylique (n^0 CAS : 100-51-6) est un alcool aromatique liquide, peu volatil, combustible, modérément soluble dans l'eau et soluble dans plusieurs solvants organiques. Il est produit industriellement par hydrolyse du chlorure de benzyle, par oxydation du toluène ou par hydrogénation du benzaldéhyde. Il est présent naturellement dans plusieurs végétaux et aliments. L'alcool benzylique est utilisé notamment comme flaveur dans les aliments, comme antimicrobien dans des préparations pharmaceutiques, comme intermédiaire de synthèse organique, comme accélérateur en photographie, comme composant de parfum, préservateur, solvant et agent réducteur de la viscosité dans plusieurs cosmétiques. En tant que solvant on le retrouve aussi dans des teintures, dans des revêtements industriels, notamment des peintures époxy, comme composant de décapants à peinture, pour le nettoyage d'équipement d'application de peinture, pour le nettoyage de graffiti et la régénération d'écrans en sérigraphie. Il y a peu de données disponibles sur les niveaux d'exposition professionnelle. Un faible passage percutané serait possible. L'alcool benzylique est un produit peu toxique utilisé depuis longtemps comme additif alimentaire et cosmétique. Il n'est ni cancérogène, ni mutagène, ni toxique pour le développement. C'est un irritant modéré et un sensibilisant faible pour la peau. Il exercerait un effet lacrymogène sur les yeux. L'American Industrial Hygiene Association propose une valeur limite d'exposition professionnelle (WEEL) de 10 ppm pour ce produit. Aisément dégradable, peu toxique pour les organismes aquatiques, avec un potentiel de formation d'ozone troposphérique faible et un potentiel de déplétion de la couche d'ozone nul, l'alcool benzylique peut être jugé comme ayant des effets peu prononcés sur l'environnement. Au total cette substance semble constituer un produit de remplacement acceptable pour plusieurs solvants plus toxiques ou inflammables, mais des précautions doivent être prises, comme le port de gants et de lunettes, et de la ventilation en cas de pulvérisation ou de chauffage du produit.

Table des matières

RÉSUMÉ ..... **I**

TABLE DES MATIÈRES ..... **II**

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES ..... **IV**

1.0 INTRODUCTION **1**

2.0 MÉTHODOLOGIE **1**

3.0 PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES **1**

4.0 PRODUCTION ET UTILISATION **2**

4.1 Procédé de fabrication, impuretés et adjuvants 2
4.2 Fabricants 2
4.3 Utilisations 3
4.4 Aspects techniques de la mise en œuvre 3
4.4.1 Revêtements époxy *3*
4.4.2 Décapage de revêtements organiques *4*
4.4.3 Nettoyage de peinture *6*
4.4.4 Graffiti *6*
4.4.5 Régénération de l'écran en sérigraphie *7*
4.5 Coûts 7

5.0 EXPOSITION PROFESSIONNELLE **7**

6.0 TOXICOLOGIE **8**

6.1 Doses létales 8
6.2 Absorption 9
6.3 Distribution 9
6.4 Biotransformation 9
6.5 Élimination 9
6.6 Effets locaux 9
6.6.1 Peau *9*
6.6.2 Yeux *10*
6.6.3 Bronches *11*
6.7 Effets systémiques 11
6.7.1 Inhalation *11*
6.7.2 Voie orale *11*
6.7.3 Autres voies d'administration *12*
6.8 Cancérogenèse 12
6.9 Mutagenèse 12
6.10 Toxicité sur le développement 12

7.0 ENVIRONNEMENT **13**

7.1 Devenir environnemental 13
7.2 Effets environnementaux 13

8.0 RÉGLEMENTATION ET RECOMMANDATIONS **13**

8.1 Milieu de travail 13
8.2 Environnement 14

8.2.1 Canada *14*
8.2.2 Québec *15*
8.2.3 Ville de Montréal *16*

9.0 PRÉVENTION **16**

9.1 PREMIERS SECOURS 16
9.1.1 Projection cutanée *17*
9.1.2 Projection oculaire *17*
9.1.3 Inhalation *17*
9.1.4 Ingestion *17*
9.2 FUITES ACCIDENTELLES 17
9.3 MANIPULATION ET STOCKAGE 17
9.4 ÉQUIPEMENT DE PROTECTION PERSONNELLE 18
9.5 ÉLIMINATION DES DÉCHETS 18
9.6 RECYCLAGE 18
9.7 ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE 19
9.8 SURVEILLANCE BIOLOGIQUE DE L'EXPOSITION 19
9.9 SURVEILLANCE MÉDICALE 19

10.0 DISCUSSION **19**

10.1 ASPECTS TECHNIQUES 19
10.2 HYGIÈNE ET TOXICOLOGIE INDUSTRIELLES 20
10.3 ENVIRONNEMENT 21

11.0 AXES POTENTIELS DE RECHERCHE **22**

12.0 CONCLUSION **22**

13.0 RÉFÉRENCES **22**

ANNEXE I **30**

ANNEXE II **33**

Liste des sigles et acronymes

AB : Alcool benzylique
ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienists
AIHA : American Industrial Hygiene Association
ASTM : American Society for Testing and Materials
CAS : Chemical Abstracts Service
CEH : Chemical Economics Handbook
CL_0 : la plus faible concentration provoquant le décès
COV : Composé organique volatil
CSST : Commission de la santé et de la sécurité du travail
CMM : Communauté métropolitaine de Montréal
CVAC : Critère de vie aquatique chronique
DBE : Dibasic Esters = Esters d'acides dicarboxyliques
DCM : Dichlorométhane = chlorure de méthylène
DL_{50} : Dose létale 50 = dose qui provoque la mort de 50 % des animaux
EINECS : European Inventory of New and Existing Chemical Substances
HSDB : Hazardous Substances Data Base
HSELINE : Health and Safety On Line
INRS : Institut national de recherche et de sécurité (France)
IRSST : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail
ISST : Information en santé et en sécurité du travail
LCPE : Loi canadienne sur la protection de l'environnement
LIS : Liste intérieure des substances
LOAEL : Lowest Observed Adverse Effect Level = la plus faible dose d'une substance qui induit des effets indésirables chez les animaux traités
MDDEP : Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MEK : Méthyléthylcétone
NIOSH : National Institute for Occupational Safety and Health (USA)
NIOSHTIC : National Institute for Occupational Safety and Health Technical Information Center
NMP : N-méthyl-2-pyrrolidone
NTP : United States National Toxicology Program
OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques
RepTox : Service du répertoire toxicologique de la CSST
RSST : Règlement sur la santé et la sécurité du travail
RTECS : Registry of Toxic Effects of Chemical Substances
SGH : Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques
SIMDUT : Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail
SRC : Syracuse Research Corporation
TMD : Règlement sur le transport des marchandises dangereuses
USEPA : United States Environmental Protection Agency
VHR : Vapor Hazard Ratio
WEEL : Workplace Environmental Exposure Level

1.0 Introduction

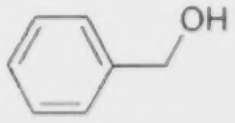
Environ 200 000 travailleurs québécois sont exposés régulièrement aux solvants organiques (1). Les dangers pour les travailleurs, le public et l'environnement qui y sont associés amènent les entreprises à travailler au remplacement de nombre d'entre eux. Des bilans de connaissance ont été produits en 1995 et en 2002 pour aider les intervenants en santé, sécurité et environnement à trouver des produits pour remplacer les solvants classiques ou à trouver des procédés de rechange (2, 3). De « nouveaux » solvants ont fait leur apparition dans les milieux de travail. Mis à part les fiches signalétiques fournies par les fabricants, les hygiénistes et médecins du travail et autres spécialistes de la santé, de la sécurité et de l'environnement ne possèdent que des données fragmentaires concernant ces substances. De plus, elles sont parfois présentées comme des substituts idéaux à tout point de vue. Des monographies ont été publiées en 1999 sur trois « nouveaux » solvants, le d-limonène, les esters d'acides dicarboxyliques (DBE) et la N-méthyl-2-pyrrolidone (NMP) (4, 5, 6), en 2002 sur deux autres solvants, le diméthylsulfoxyde et le 1-bromopropane et sur les nettoyants aqueux (7, 8, 9) et récemment sur le carbonate de propylène et le lactate d'éthyle (10, 11). La présente monographie traite de l'alcool benzylique (AB, n° CAS : 100-51-6). Elle présente de façon synthétique et critique les connaissances sur les aspects santé et sécurité du travail, environnementaux et techniques de ce solvant, de manière à guider les spécialistes de l'hygiène du travail et de l'environnement dans leurs choix et décisions par rapport à cette substance. Ce bilan de connaissance permet également aux intervenants de la santé publique, particulièrement ceux de la santé au travail, de juger de sa toxicité.

2.0 Méthodologie

Une recherche exhaustive dans les bases de données bibliographiques suivantes a permis d'identifier la plupart des articles scientifiques de première main et certains rapports de recherche de la littérature dite « grise »[1] : Medline, Toxline, Current Contents, NIOSHTIC, HSELINE, ISST. Divers sites Web comme celui du United States Environmental Protection Agency (USEPA) ont également été compulsés. Les banques de données factuelles suivantes ont servis à recueillir certaines données physico-chimiques et autres paramètres : ChemInfo, RTECS, HSDB, SRC. L'utilisation d'Internet a permis notamment d'identifier des fournisseurs d'AB.

3.0 Propriétés physico-chimiques

L'AB est un liquide incolore, peu volatil, d'odeur douce et aromatique. C'est le plus simple et le plus important industriellement des alcools aromatiques. On le retrouve naturellement dans de nombreux végétaux et aliments (12). Il est modérément soluble dans l'eau et miscible avec plusieurs solvants organiques. L'AB forme des azéotropes avec nombre d'entre eux (13). La formule développée de cet alcool primaire est la suivante :



[1] Document produit à l'intention d'un public restreint ou spécialisé, en dehors des circuits commerciaux de l'édition et de la diffusion.

L'annexe I présente les principales propriétés physico-chimiques de l'AB. Il est à noter que les données présentées portent sur une large gamme de propriétés, y compris divers paramètres reliés aux aspects techniques spécialisés de la mise en œuvre des produits (p. ex. tension superficielle, viscosité, paramètres de solubilité de Hansen), à leur devenir environnemental (p. ex. coefficients de partage octanol-eau) ou aux aspects santé-sécurité (p. ex. tension de vapeur, inflammabilité). Les données sont reproduites telles quelles des sources consultées, avec les unités d'origine. L'on note parfois des disparités entre diverses sources pour certaines propriétés (p. ex. point d'éclair) qui pourraient être explicables en partie par des différences dans les méthodes utilisées pour les déterminer.

4.0 Production et utilisation

4.1 Procédé de fabrication, impuretés et adjuvants

Industriellement l'AB est principalement synthétisé en présence de carbonate de sodium par hydrolyse du chlorure de benzyle, lui-même obtenu à partir du toluène (14). Certains fabricants le produisent par oxydation directe du toluène, éliminant ainsi la présence de chlore résiduel (15). Mookherjee et Wilson soutiennent que la synthèse de l'AB à partir du benzaldéhyde, par hydrogénation (13) ou par réaction de Cannizarro en présence d'hydroxyde de potassium, ne serait plus économiquement viable en raison du prix élevé de l'aldéhyde (14). La société Noveon, le seul fabricant nord-américain d'AB, synthétise toutefois son alcool benzylique par hydrogénation du benzaldéhyde obtenu par oxydation du toluène selon le Chemical Economics Handbook (CEH) (16).

Les impuretés qu'il est possible de retrouver dans l'AB de qualité technique, c'est-à-dire le moins pur, sont le benzaldéhyde, le chlore et l'éther dibenzylique à raison de < 0,5, < 0,2 et < 2,0 % en poids respectivement. Des crésols peuvent être retrouvés dans l'AB produit par oxydation ou par la voie du benzaldéhyde (13). L'AB ne contient généralement pas d'additifs sauf pour la catégorie utilisée dans l'industrie de la photographie qui peut contenir de 0,01 à 0,02 % d'un éther monométhylique ou benzylique de l'hydroquinone pour prévenir son oxydation en benzaldéhyde (14). Sur demande, le fabricant Atofina ajoute par exemple 0,025 % de paraméthoxyphénol comme stabilisant (17).

4.2 Fabricants

Il n'y a pas de fabricant canadien d'AB industriel. La base de données sur les importateurs canadiens d'Industrie Canada[2] indique qu'en 2001, six entreprises ont importé 80 % de l'alcool benzylique en termes de valeur marchande (valeur totale des importations, 100 % : 1 433 627 $). Environ 60 % provenait des États-Unis et 40 % des Pays-Bas. Le CEH indique que la Canada a importé 247 tonnes métriques d'AB en 1996 (16). Les principaux fabricants occidentaux d'AB sont listés à l'Annexe II. Plusieurs fabricants de moindre importance produisent de l'alcool benzylique de qualité analytique pour les laboratoires.

[2] http://strategis.ic.gc.ca/sc_mrkti/cid/frndoc/index.html

4.3 Utilisations

L'AB est employé comme solvant dans les revêtements industriels notamment les peintures époxy. Depuis quelques années il entre dans la composition de nombreux décapants à peinture. On le retrouve dans la composition des encres pour stylos à bille. L'AB est employé en synthèse organique dans l'industrie pharmaceutique. À cause de ses propriétés antimicrobiennes on l'emploie dans diverses préparations pharmaceutiques. L'AB sert de solvant, diluant et pour synthétiser plusieurs dérivés employés en parfumerie. On le retrouve en alimentation (flaveur)[3]. L'industrie textile emploie l'AB comme véhicule pour la teinture de la laine et du nylon. Il est utilisé comme accélérateur de développement en photographie couleur et dans la production de clichés offset (13, 14). On le retrouvait en 1998 dans quelques 322 formulations de cosmétiques (12). On utiliserait l'AB pour obtenir des xylènes et des crésols à partir du pétrole par distillation extractive. La seule raffinerie québécoise qui produit des solvants aromatiques utilise cependant le sulfolane (n° CAS : 126-33-0) pour effectuer ce genre d'extraction (Jean-Marc Gladu, hygiéniste industriel, Pétro-Canada, communication personnelle 2003-09-09). L'AB est utilisé comme solvant dans certains décapants d'enduits pour plancher en carreaux souples, béton, marbre et terrazzo (18, 19). Les décapants à base d'AB seraient également utilisés pour le décalaminage dans l'industrie aéronautique (Réjean Frenette, Groulx-Robertson, Pointe-Claire, 2003/10/24).

L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) estime la capacité de production mondiale d'AB à 50 kt. Ses principales utilisations seraient les suivantes : composant des peintures époxy (30 %), en faible concentration dans les peintures en phase aqueuse (10 %), décapants industriels (10 %), intermédiaire réactionnel pour la synthèse d'esters benzyliques utilisés dans l'industrie des flaveurs et fragrances (10 %) (20).

4.4 Aspects techniques de la mise en œuvre

Seront traités dans cette section les aspects techniques de la mise en œuvre de l'AB dans certaines utilisations industrielles. La couverture des secteurs d'utilisation n'est pas exhaustive, car seuls seront abordés les procédés ou secteurs exposant à l'AB, de l'avis des auteurs, le plus grand nombre de travailleurs. Seront ainsi examinés successivement les secteurs de l'application et du décapage de revêtements organiques, du nettoyage de peinture et de la régénération des écrans en sérigraphie.

4.4.1 Revêtements époxy

L'alcool benzylique est utilisé depuis longtemps dans des revêtements époxy très garnissants. Ce genre de peinture renferme notamment des résines époxy à faibles poids moléculaires, des diluants réactifs de type glycidique et de l'alcool benzylique comme solvant qui demeure à l'intérieur du revêtement lors du durcissement à cœur. L'avantage de ces revêtements du point de vue de l'hygiène du travail et de l'environnement est l'élimination presque totale d'émissions de

[3] Au Canada, l'AB peut être utilisé comme additif alimentaire dans les préparations aromatisantes en vertu du Titre 16 de la Partie B des Règlements sur les aliments et drogues : http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/friia-raaii/food_drugs-aliments_drogues/act-loi/f_index.html

composés organiques volatils (COV). Les revêtements traditionnels à base d'époxy à haut poids moléculaire exigent des quantités importantes de solvants oxygénés devant s'évaporer lors de l'application et du durcissement du revêtement. Le corollaire de ce genre de substitution est le déplacement des efforts de maîtrise des vapeurs de solvants dans l'air des locaux de travail vers la gestion du contact cutané. Les résines époxy à faible poids moléculaire sont en effet plus sensibilisantes pour la peau que les résines à haut poids moléculaire (21). Par ailleurs le matériel d'application des revêtements très garnissants peut être différent de celui employé pour les revêtements traditionnels. On utilise notamment la pulvérisation sans air sous haute pression avec de fines buses. Les jets de peinture sous haute pression peuvent traverser la peau (22). L'application de ces revêtements sur les planchers de béton exige l'utilisation de raclettes et de rouleaux à poils courts. Même si l'émission de COV est faible, les personnes sensibles peuvent être incommodées par l'odeur, particulièrement dans les espaces confinés. Cela est arrivé récemment lors de la rénovation d'un édifice du Ministère du Revenu du Québec (MRQ) (Communication téléphonique, 2004-04-20, Service de la gestion des immeubles, MRQ, Édifice Marly, Sainte-Foy).

4.4.2 Décapage de revêtements organiques

Plusieurs décapants à base d'AB ont fait leur apparition sur le marché dans les années 90 pour remplacer les produits traditionnels à base de dichlorométhane (DCM) pour des raisons sanitaires et environnementales. Le DCM a d'ailleurs été déclaré toxique en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE) (23). Récemment Environnement Canada a émis un avis obligeant les utilisateurs à élaborer et exécuter des plans de prévention de la pollution à l'égard de cette substance, notamment dans les activités de décapage de peinture d'aéronefs et de nettoyage industriel (24). À titre d'exemple, cet avis impose une réduction de 50 % des rejets atmosphériques de DCM à partir du 1er décembre 2004 et de 80 % d'ici au 1er décembre 2007 pour les activités ayant trait au décapage de peinture d'aéronef.

Il existe deux catégories de décapants à base d'AB : les décapants acides et les décapants basiques. Les deux types sont en phase aqueuse, l'eau activant le pouvoir décapant de l'AB (25). Les décapants acides contiennent de 25 à 35 % d'AB et 10 à 15 % d'acide formique, utilisé comme accélérateur (pH $\approx$ 2,5). Les décapants acides n'attaquent généralement pas les substrats métalliques sauf le magnésium et l'acier à haute résistance mécanique. Ils peuvent fragiliser ce dernier type de métal. Les décapants acides sont utilisés en immersion et doivent être chauffés (26).

Les décapants basiques renferment de 20 à 50 % d'AB et de 5 à 10 % d'amine ou d'ammoniaque. Leur pH est approximativement égal à 11. Ils sont utilisés à la température de la pièce mais une température trop faible (< 18 ^{0}C) entraîne une durée de décapage trop longue (26).

Malgré les généralités énoncées précédemment, il existe de nombreux décapants à base d'AB qui renferment d'autres adjuvants, notamment les suivants : acide glycolique et d-limonène (27), bicarbonate d'ammonium et carbamate d'ammonium, libérant de l'ammoniac (28), éthanolamine et éther butylique du dipropylène glycol (29), éther diméthylique (30), peroxyde d'hydrogène (31), phosphite triéthylique (32).

Les décapants à base d'AB nécessitent généralement plus de temps et d'effort pour le décapage que les produits traditionnels à base de DCM. Ils sont néanmoins utilisés avec succès dans

certaines bases militaires étasuniennes pour enlever divers revêtements organiques coriaces sur les avions militaires. Une étude comparative de 18 décapants commerciaux employés sur des peintures époxy et polyuréthane a été effectuée pour les militaires afin d'évaluer leur puissance de décapage, le degré de corrosion induite sur le substrat et de fragilisation par l'hydrogène. Les deux produits ayant réussi tous les essais étaient les suivants : Turco 6813[4] et McGean-Rohco Cee-Bee E-1058[5]. Un autre produit s'est également démarqué lors des essais : l'Eldorado SR-145[6], pour décaper à froid les polyuréthanes et les polysulfures (33). Une étude détaillée des coûts effectuée par les militaires a démontré que le décapage à l'AB est économiquement rentable par rapport au décapage au jet d'abrasif (26). Dans une étude moins détaillée, un fournisseur de systèmes de décapage par abrasif tente cependant à démontrer le contraire (34). Callahan indique que l'Idaho National Engineering and Environmental Laboratory[7] a procédé à une étude comparative de quarante-huit décapants commerciaux pour le compte des ministères étasuniens de la Défense et de l'Énergie. Parmi les onze produits qui ont réussi les tests de corrosion par immersion, les six décapants les plus efficaces techniquement étaient les suivants : quatre produits à base d'éthanolamine/amine, un décapant à base d'AB (« Cee Bee A-245 » de McGean, Cleveland, OH) et un décapant à base de N-méthyl-2-pyrrolidone (35).

Les décapants à base d'AB ont également été testés sur des substrats non métalliques pour remplacer la méthyléthylcétone (MEK). Ils se sont révélés efficaces pour enlever des couches d'apprêt en époxy et des couches de finition en polyuréthane sur les radômes d'avions militaires tels que les B-52 américains. Les radômes sont constitués d'un matériaux composite en époxy renforcé de fibre de verre (36).

Les lignes aériennes australiennes Qantas ont substitué un décapant à base d'AB à la place du produit traditionnel à base de DCM et de phénol utilisé pour le décapage des avions dans leur base d'entretien à l'aéroport de Mascot. Les boues résiduelles issues du rinçage de l'ancien décapant étaient difficiles à traiter, entraînant des coûts élevés pour leur évacuation dans les égouts. De plus, aucun autre employé ne pouvait travailler dans le même hangar où se déroulait le décapage en raison de la présence des vapeurs de DCM. Dans la nouvelle procédure avec l'AB, les résidus solides de peintures décapées sont recueillis sur du papier kraft disposé sous l'aéronef. Une masse d'environ 200 kg de matériaux résiduels par avion est ensuite mise en décharge contrôlée. Même si le prix du nouveau décapant est cinquante pour cent plus élevé que le produit traditionnel et que la durée de décapage est doublée, la nouvelle procédure a été jugée économiquement rentable en raison de l'élimination des coûts de traitement des boues résiduelles de DCM et du fait que d'autres employés peuvent désormais travailler dans le hangar où l'on procède au décapage (37).

Il existe d'autres produits commerciaux à base d'AB qui n'ont pas été testés dans les publications citées plus haut. À titre d'exemples la société Oakite[8] propose ses décapants Eurostrip 7028/7031 et 7048/7049 ainsi que Gardostrip Q8010 et Q8020 alors que Napier[9] propose sa gamme RemovAll. Divers brevets d'invention concernant des formulations de décapants à base d'AB ont également été déposés aux États-Unis et au Canada (28, 38, 39, 40).

[4] http://www.deane-ritchey.com/marchand/deane/paint.htm
[5] http://www.mcgean.com/ceebee/prod_ps.htm
[6] http://www.eldoradochem.com
[7] http://www.inel.gov/
[8] http://www.oakite.com
[9] http://www.napierc.com/

À l'exemple de la mise en œuvre des décapants traditionnels à base de DCM, les surfaces sensibles comme les joints d'étanchéité en caoutchouc doivent être protégés lors du décapage à l'AB (26).

4.4.3 Nettoyage de peinture

Dans une base d'entretien des fusiliers marins américains où une variété d'équipement est décapé et repeint, la MEK était utilisée pour le nettoyage de l'équipement employé pour l'application de la peinture par pulvérisation. Soixante-cinq produits de remplacement ont été évalués quant à leur effet nettoyant sur divers revêtements résistants aux agents chimiques et un apprêt époxy. Suite à ces essais, les cinq meilleurs nettoyants ont été choisis pour la suite de l'étude. Ceux-ci ont été testés concernant leur compatibilité avec les matériaux avec lesquels ils seraient en contact c'est-à-dire l'aluminium, l'acier inoxydable, le nickel, le laiton et des plastiques (téflon, nylon, polyacétal). Suite à tous ces essais en laboratoire, le meilleur nettoyant, constitué d'un mélange en poids de 60 % d'AB et de 40 % de carbonate de propylène, a été choisi pour des essais sur le terrain. Le mélange choisi nettoie les pompes, tuyaux et pistolets à peinture aussi bien sinon mieux que la MEK. Les quantités de solvant nécessaire au nettoyage et la durée de l'exercice sont également réduites par rapport à l'utilisation de la MEK. Le coût du nouveau mélange est plus élevé que la MEK mais il peut être compensé par la récupération et la réutilisation du solvant. L'exposition des travailleurs au solvant de nettoyage par la voie respiratoire est grandement réduite par l'utilisation du nouveau mélange (41).

4.4.4 Graffiti

Le Center for a New American Dream (CNAD), une organisation écologiste indépendante, a procédé récemment à l'évaluation comparative de 35 nettoyants à graffiti quant à leur toxicité et leur performance. Les pires nettoyants du point de vue toxicologique étaient ceux à base de solvant chloré (catégorie n° 5). Les nettoyants à base d'AB se sont retrouvés dans la catégorie n° 4 sur 5 c'est-à-dire moins que ceux à base de solvant chloré mais quand même non recommandés. Les produits de la catégorie n° 1 étaient les préférés de l'auteure. Ce sont des nettoyants à base d'esters d'acides dicarboxyliques (4) ou de lactate d'éthyle[10] combiné au soyate de méthyle[11] (42). Les nettoyants à base d'AB ont été classés dans la catégorie n° 4 notamment à cause de la présence de diméthylsulfoxyde (7), jugé dangereux en raison de sa facilité à passer à travers la peau et pouvant ainsi entraîner d'autres substances toxiques dans l'organisme (42). L'autre raison invoquée est justement la présence d'AB qui serait à proscrire selon le système de classification utilisé par le « Janitorial Product Pollution Prevention Project »[12] (JP4) qui fait partie du « Western Regional Pollution Prevention Network »[13] (P2-West, Reno, NV), un groupe d'encadrement mis sur pied par le USEPA pour chapeauter les divers programmes de prévention de la pollution dans l'ouest étasunien. Suite à une critique du système JP4 adressée par courriel par l'un des auteurs de la présente monographie, l'auteur du système JP4 a admis une erreur

[10] Le lactate d'éthyle fait l'objet d'une monographie séparée, publiée concurremment au présent texte par l'IRSST.
[11] N° CAS = 67784-80-9; un mélange d'esters en C_{16}-C_{18} utilisé comme biodiésel et comme solvant.
[12] http://www.wrppn.org/Janitorial/tools/haz1.htm
[13] http://www.wrppn.org/

importante dans la classification de l'AB[14] : l'AB n'est pas cancérogène à l'encontre des prétentions du JP4.

4.4.3 Régénération de l'écran en sérigraphie

En sérigraphie divers solvants sont traditionnellement utilisés pour la régénération ou dégravage des écrans notamment l'acétone, les essences minérales et les diluants à peinture-laque (MEK, toluène, naphta aliphatique léger, acétate de butyle, isobutyrate d'isobutyle, méthanol). Le USEPA a procédé à une étude comparative d'une dizaine de systèmes de nettoyants de remplacement. Un des systèmes de nettoyage des écrans comprenait trois préparations différentes : un nettoyant d'encre, un dissolvant pour émulsion et un éliminateur d'image fantôme. Le nettoyant d'encre et l'éliminateur d'image fantôme étaient constitués notamment d'AB. Ce système s'est avéré l'un des meilleurs techniquement tout en étant avantageux du point de vue pécuniaire. L'utilisation de ce système de nettoyage entraîne une réduction significative des solvants potentiellement absorbés par les travailleurs par inhalation et par la voie cutanée comparativement aux solvants utilisés traditionnellement. Cette étude a été menée d'abord en laboratoire puis dans deux imprimeries volontaires (43).

4.5 Coûts

La société Ashland Canada (Montréal-Est, QC) offre son AB à 3,20 $/kg (Marielle Hardy, Ashland, 2004/04/07). La société Univar Canada (Lachine, QC) propose son AB à 3,85 $/kg (Valérie Oster, Univar, 2004/04/07). La société Produits chimiques CCC Ltée (Lachine, QC) offre son AB à 4,62 $/kg (Eva Zapata, Prod. chim. CCC, 2004/04/07). Les prix obtenus se rapportent à l'achat de fûts de 210 kg d'AB de qualité technique.

5.0 Exposition professionnelle

Très peu de données sur l'exposition professionnelle à l'AB ont été recensées dans la littérature. Le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) a mené de 1981 à 1983 une vaste enquête sur les expositions chimiques (NOES[15], National Occupational Exposure Survey) dans 4 490 lieux de travail étasuniens (44). Une matrice emploi-exposition a été élaborée à partir de cette étude. Le nombre de travailleurs potentiellement exposés à l'AB a été extrait de cette matrice. Il y avait ainsi 404 916 travailleurs exposés à cette substance dans 32 secteurs d'activité économique. Les secteurs exposant plus de 10 000 travailleurs étaient les suivants par ordre décroissant d'importance : entreprises de prestation de services personnels, industrie de l'habillement, fabricants de produits électriques et électroniques, services aux entreprises, fabricants de machinerie, imprimeries, fabricants de produits chimiques, services relatifs à l'agriculture. Les professions exposant plus de 10 000 employés étaient les suivantes par ordre décroissant d'importance : infirmières, assembleurs, coiffeuses et esthéticiennes, électriciens et électroniciens, concierges et nettoyeurs, techniciens de laboratoire photographique.

Lors de la construction d'une usine nucléaire aux États-Unis, neuf peintres appliquant au rouleau un apprêt époxy contenant de l'isopropanol, du toluène et de l'AB, ont fait l'objet de prélèvements de l'air dans leur zone respiratoire par une équipe du NIOSH. Les auteurs

[14] Courriel de M. Tom Barron (tsbarron@attglobal.net) à Denis Bégin le 2004/05/14.
[15] http://www.cdc.gov/noes/

rapportent des concentrations variant de < 0,01 mg/m^3 à 6,7 mg/m^3 pour l'AB. Le résultat le plus élevé a été obtenu sur une période de temps de 95 minutes. Les niveaux des deux autres solvants étaient de deux ordres de grandeur plus élevés (45).

Rudell et coll. rapportent des niveaux de 35 à 75 µg/m^3 d'AB dans l'air d'un nouvel édifice abritant un concessionnaire automobile en Suède. Les auteurs pensent que la source d'AB était l'adhésif utilisé pour coller le revêtement de pierres sur le plancher chauffant en béton (46).

Sans rapporter de données quantitatives, la société Kodak mentionne que de petites quantités de vapeurs d'AB peuvent être émises dans l'air des locaux de travail où l'on effectue du développement de pellicules photographiques (47).

6.0 Toxicologie

Dans cette section, les données toxicologiques chez l'humain ont été privilégiées. En conséquence, toutes les données animales n'ont pas été recensées : seules les études les plus importantes, de l'avis des auteurs, ont été considérées.

6.1 Doses létales

Plusieurs doses létales ont été rapportées dans la littérature. Le tableau 1 en présente quelques-unes issues de sources secondaires.

Tableau 1
Doses létales de l'alcool benzylique chez l'animal

Type d'essai	Voie d'exposition	Espèce	Dose	Référence
DL_{50}	Orale	Rat	1,23 g/kg	(48)
DL_{50}	Orale	Rat	2,08 g/kg	(48)
DL_{50}	Orale	Rat	3,1 g/kg	(48)
DL_{50}	Orale	Souris	1,58 g/kg	(48)
DL_{50}	Orale	Lapin	1,98 g/kg	(48)
DL_{50}	Peau	Lapin	2 g/kg	(49)
DL_0	Peau	Chat	10 g/kg	(49)
CL_0	Inhalation	Rat	1000 ppm 8h	(49)

DL_{50} = dose qui provoque la mort de 50 % des animaux pendant une période définie, habituellement 14 jours; DL_0 = la plus faible dose provoquant le décès; CL_0 = la plus faible concentration provoquant le décès.

D'après la classification de toxicité aiguë proposée par Lauwerys (50) en fonction de la DL_{50} par voie orale chez le rat, l'AB serait ainsi tout au plus « légèrement toxique ». Selon le système harmonisé de classification intégrée des produits chimiques de l'OCDE, l'AB pourrait être placé dans la catégorie 4 pour les voies orale et cutanée (51). Il en va de même pour le Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH) des Nations unies qui possède les mêmes catégories que celui de l'OCDE (52).

Gosselin et coll. classent l'AB dans la catégorie 3 sur une échelle de 1 à 6, c'est-à-dire « modérément toxique » pour l'humain (dose létale probable chez l'humain entre 0,5 et 5 g/kg) (53).

6.2 Absorption

Le flux transcutané *in vitro* de l'AB chez l'humain est de 0,073 mg/cm^2/h (48). À titre de comparaison, Ursin et coll. rapportent un flux transcutané de 0,08 mg/cm^2/h pour le toluène *in vitro* chez l'humain (54). Le USEPA cite une étude *in vitro* concernant la pénétration percutanée de l'AB marqué au carbone 14 où les auteurs ont démontré que la majeure partie du solvant était retenu dans la couche cornée de la peau humaine (55). Par ailleurs l'AB est absorbé rapidement chez l'humain par la voie orale (48). Aucune étude ne semble avoir été publiée en rapport avec l'absorption pulmonaire d'AB.

6.3 Distribution

Kimura et coll. rapportent que la demi-vie plasmatique de l'AB (2,5 % en solution saline) était ~ 1,5 h chez des beagles non anesthésiés injectés à des doses de 52 et 105 mg/kg par voie intraveineuse. Le volume de distribution apparent était en moyenne égal à 11 L/kg. Les auteurs en concluent que la majeure partie du solvant était distribué dans les tissus (56).

6.4 Biotransformation

L'AB est oxydé en acide benzoïque, se conjugue à la glycine dans le foie et est éliminé en acide hippurique dans l'urine (48).

6.5 Élimination

Six heures après l'absorption orale de 0,40 g d'AB par kg de poids corporel, le lapin élimine 65,7 % de la dose sous la forme d'acide hippurique (48). Des volontaires ont éliminé en 6 h. dans l'urine, sous la forme d'acide hippurique, de 75 à 85 % d'une dose de 1,5 g d'AB administrée par voie orale (48).

6.6 Effets locaux

6.6.1 Peau

Nair cite une étude publiée en 1994 où les auteurs ont appliqué pendant quatre jours consécutifs au même endroit sur le dos de neuf femmes une solution de 3 % d'AB en utilisant une enceinte occlusive en polypropylène. La durée de l'exposition n'était pas spécifiée. Une évaluation visuelle a été effectuée le cinquième jour. Les auteurs auraient conclu que l'AB est un irritant selon le système de cotation de Frosch-Kligman (12, 57).

La société Bayer a observé de l'irritation après 24 et 48 h de l'application d'une solution d'AB à 0,05 % dans l'éthanol ou de la crème chez 18 des 614 volontaires (58). Bayer rapporte aussi une légère irritation de la peau suite à l'administration de 50 mg par volontaire d'une solution d'AB dans l'acétone pendant 48 h avec observation sur une période allant jusqu'à 120 h (58). Dans une

autre étude de Bay[illegible], l'AB à 0,5 % dans du gel de paraffine a provoqué de l'urticaire chez 7 des 32 sujets étudiés (5[illegible]).

Nair cite une étud[illegible]on publiée pour le compte du Research Institute for Fragrance Materials[16], visant à évaluer le[illegible] potentiel sensibilisant de l'AB, dans laquelle une solution de 10 % du solvant dans du gel de par[illegible]affine a été appliquée sur l'avant-bras de 25 volontaires pour 5 périodes de 48 h (test épicutané occ[illegible]clusif). À la suite d'une période de 10 jours sans traitement, les volontaires ont de nouveau été m[illegible]mis en contact avec l'AB sur l'épaule pour 48 h. Aucune réaction n'a été observée (12). Nai[illegible]ir résume également une étude où les auteurs ont compilé les tests épicutanés de 12 dermatologues[illegible] sur une période de 6 ans concernant l'AB chez des patients souffrant de dermatite en rapp[illegible]ort avec des cosmétiques. Les tests épicutanés étaient effectués sur le haut du dos pendant 48 h[illegible]h. L'évaluation des réactions était réalisée à 48 et 72 h. Trois réactions de sensibilisation ont[illegible]t été rapportées à l'AB (concentration = 5 %) parmi 713 patients (12). Nair rapporte enfin d'a[illegible]autres études de sensibilisation chez l'humain dont une où un pour cent des 5 202 patients sou[illegible]ffrant potentiellement de dermite de contact en rapport avec des cosmétiques, ont réagi positiven[illegible]ment à un test épicutané à l'AB (12).

Un cas de dermite[illegible] de contact allergique à l'AB a été rapporté chez un meuleur de métaux utilisant un fluide de coup[illegible]pe soluble contenant un parfum à base de cet alcool (59). Deux poseurs de planchers en bois[illegible] ont développé une dermite de contact allergique par voie aérienne (contact cutané avec les va[illegible]apeurs ou aérosols dans l'air) en rapport avec l'utilisation d'un adhésif en deux parties à mélanger[illegible]r avant l'application (partie A : polyuréthane, éther glycidique de crésyle, résine époxy; partie B : deux amines cyclaniques, AB). Les tests épicutanés étaient positifs pour l'adhésif, la résin[illegible]e époxy et l'AB (60). Corazza et coll. considèrent l'AB comme un sensibilisant faible, les cas d'a[illegible]allergie provenant surtout de l'application de médicam[illegible]ents ou de cosmétiques sur la peau (61). L'u[illegible]rticaire de contact à l'AB mettrait en œuvre un mécanisme immunologique (62).

6.6.2 Yeux

La société Bayer[illegible] considère l'AB comme modérément irritant pour les yeux de lapin en vertu des Lignes directrice[illegible]s de l'OCDE N^0 405 (58, 63). Les données disponibles de cette étude ne permettent pas d[illegible]le choisir entre les catégories 2A (irritant pour les yeux, effets réversibles en moins de 21 jours) et 2B (modérément irritant pour les yeux, effets réversibles en moins de 7 jours) du SGH (52). Grant et Schuman préviennent que l'utilisation de solutions salines préservées avec 2 % d'AB en chirurgie intra-oculaire chez l'humain est à proscrire en raison de ses effets délétère[illegible]s sur l'œil (64). Ils citent aussi une étude où des gouttes ophtalmiques contenant 0,07 % d'AB ont[illegible]t été administrées trois fois par jour pendant 22 mois à des patients souffrant de cataracte. La plu[illegible]part des patients auraient bien toléré le traitement (64). Ces mêmes auteurs signalent une au[illegible]tre étude où des injections sous-cutanées de 2 mg d'AB par jour pendant 2 semaines chez le[illegible]s rat n'ont pas modifié, contrairement au toluène, les potentiels évoqués visuels[17] (64). Sur la base d'une étude non publiée, l'American Industrial Hygiene Association (AIHA) rapporte que l'A[illegible]B serait lacrymogène (65).

[16] http://www.rifm.org

[17] Potentiel électrique mesuré au niveau du cortex occipital

6.6.3 Bronches

Dans une étude randomisée à double insu, dix volontaires ont inhalé d'abord pendant 5 min d'un bactériostatique salin, contenant 9 mg d'AB et 9 mg de NaCl par ml d'eau, ou d'un placebo salin, 4 fois par jour pendant 2 semaines. Un des volontaires a été jugé non conforme aux critères de l'étude. Quatre des cinq sujets ayant inhalé la solution saline d'AB ont développé une bronchite. Le cinquième volontaire est demeuré sain. Des quatre sujets ayant inhalé le placebo, deux sont devenus malades, un de bronchite et l'autre de pharyngite. Des biopsies à l'aide d'un bronchoscope ont permis d'identifier une infiltration lymphocytaire dans la muqueuse des sujets exposés au bactériostatique et une infiltration polynucléaire dans celle des sujets exposés à la solution saline uniquement. Les auteurs concluent que l'inhalation par nébulisation d'un bactériostatique à base d'AB provoque une bronchite chez l'adulte sain (66).

6.7 Effets systémiques

6.7.1 Inhalation

Dieter cite une étude française de 1938 où les auteurs indiquent que des travailleurs utilisant des émaux contenant un mélange d'acétone, AB (9 à 10 %), benzène (5 %) et benzine, se sont plaint de céphalées, de sensations ébrieuses, de fatigue excessive et dans certains cas de troubles gastro-intestinaux. Il affirme avec raison que cette étude ne peut être considérée comme un cas type d'intoxication à l'AB (67).

6.7.2 Voie orale

Deux études expérimentales par gavage ont été menées par le National Toxicology Program (NTP) étasunien afin d'établir la gamme de dose d'AB à administrer dans une étude chronique subséquente. Dans la première étude de courte durée (16 jours), des groupes de cinq mâles et cinq femelles de chaque espèce (rats et souris) ont reçu des doses de 0, 125, 250, 500, 1000 et 2000 mg/kg d'AB, 5 jours par semaine pour un total de 12 doses. Tous les rats exposés à la dose la plus élevée ainsi que 2 rats mâles sur 5 et 3 rats femelles sur 5 du groupe de la dose de 1000 mg/kg sont décédés avant la fin de l'expérience. Toutes les souris exposées à la dose de 2000 mg/kg ainsi qu'une souris mâle sur 5 et 2 souris femelles sur 5 exposées à la dose de 1000 mg/kg sont décédées avant la fin de l'expérience. Le poids moyen des rats mâles du groupe des doses de 1000 mg/kg était 18 % inférieur à celui des témoins. Les rats et les souris exposés aux deux doses les plus élevées étaient léthargiques après les dosages. Exposés à ces doses, les rats avaient du sang autour du nez et de la bouche ainsi que dans les tractus urinaire et gastro-intestinal. Ils avaient aussi des hémorragies sous la peau. Aucun effet histophathologique n'a été observé chez les animaux exposés aux doses inférieures (68).

Dans la deuxième étude de type subchronique des groupes de 10 rats mâles et 10 rats femelles ainsi que 10 souris mâles et 10 souris femelles étaient exposés par gavage à 0, 50, 100, 200, 400, 800 mg/kg d'AB, 5 jours par semaines pendant 13 semaines. Les effets étaient semblables à ceux de l'étude de courte durée résumée plus haut. Il y a eu augmentation de la mortalité aux doses élevées chez les rats mâles et à toutes les doses chez les souris femelles. Les rats exposés à la

dose la plus élevée avaient des signes de neurotoxicité : démarche chancelante, difficulté respiratoire, léthargie. Des pertes de poids ont été observées chez les animaux aux doses les plus élevées, c'est-à-dire 800 mg/kg pour les rats et 800 et 400 mg/kg pour les souris. Aucune perte de poids ni de changement histopathologique n'a été observé chez les animaux exposés aux faibles doses, c'est-à-dire à 0, 100, 200 et 400 mg/kg chez les rats et 0, 100 et 200 chez les souris.

Le USEPA rapporte un LOAEL[18] de 286 mg d'AB par kg par jour pour l'hyperplasie de l'épithélium de l'estomac antérieur dans une étude chronique par voie orale chez le rat (70).

6.7.3 Autres voies d'administration

Hahn et Gilbert rapporte le cas d'un patient souffrant d'une méningite lymphocytaire qui a reçu une injection intrathécale[19] par ponction lombaire de 5 ml de solution saline bactériostatique contenant 1,5 % d'AB et 100 mg de cytarabine (n° CAS : 147-94-4), un antinéoplasique. Une paraplégie temporaire attribuée à l'AB s'en est suivie (71).

L'AB a été impliqué dans un certain nombre d'effets délétères incluant une respiration anormale, une détérioration neurologique, un mauvais fonctionnement hépatique et rénal allant jusqu'au décès chez des nouveaux-nés prématurés traités par cathétérisation intravasculaire. Les cathéters étaient rincés quotidiennement à l'aide d'une solution saline contenant 9 mg/ml d'AB (72, 73).

6.8 Cancérogenèse

Le potentiel cancérogène de l'AB a été étudié dans une étude chronique par gavage chez le rat et la souris. Cinquante rats mâles et 50 rats femelles ont reçu des doses de 0, 200 et 400 mg/kg alors que le même nombre de souris mâles et femelles ont reçu des doses de 0, 100 et 200 mg/kg, 5 jours/semaine pendant 102 semaines. Aucun effet cancérogène lié à l'AB n'a été rapporté par les auteurs (68).

6.9 Mutagenèse

La grande majorité des essais de mutagenèse impliquant l'AB sont négatifs (67). Dans une étude de recombinaison impliquant les souches M45 et H17 de la bactérie Bacillus subtilis, l'AB a cependant causé des dommages à l'ADN des organismes en question (55).

6.10 Toxicité sur le développement

Hardin et coll. ont administré par gavage des doses uniques de 750 mg d'AB par kg de poids corporel par jour à cinquante souris gravides du 6^{e} au 13^{e} jour de gestation. Les auteurs rapportent une diminution du poids à la naissance et de la prise de poids chez les rejetons, en présence de toxicité maternelle, notamment le décès de 19 mères sur 50. Ils considèrent néanmoins la diminution de poids à la naissance comme un preuve limitée de toxicité sur le développement (74). Après révision de cette dernière étude et de deux autres études semblables,

[18] Lowest Observed Adverse Effect Level = la plus faible dose d'une substance qui provoque des modifications distinctes de celles observées chez des animaux témoins (69).
[19] À l'intérieur de l'espace arachnoïdien (arachnoïde = membrane située entre la dure-mère et la pie-mère, qui enveloppe le cerveau et la moelle épinière des mammifères).

le Service du répertoire toxicologique de la CSST (RepTox) considère que les données actuelles ne permettent pas de faire une évaluation adéquate des effets de l'AB sur le développement[20]. Dans sa revue de la littérature sur la toxicologie de l'AB, le comité conjoint OAA/OMS[21] des experts sur les additifs alimentaires conclut toutefois à l'absence de toxicité sur le développement et la reproduction pour cette substance (75).

7.0 Environnement

7.1 Devenir environnemental

L'AB émis dans l'atmosphère existe probablement entièrement dans sa phase vapeur. Mackay rapporte une demi-vie atmosphérique estimée à 2 jours (76). Le USEPA indique que cette valeur provient d'un modèle d'estimation publié dans les années 80 (55). Un modèle plus récent développé par le Syracuse Research Corporation (SRC, North Syracuse, NY) pour le compte du USEPA[22] donne plutôt une demi-vie atmosphérique de 0,71 jour (77). L'AB évacué dans l'eau subit probablement une dégradation microbienne rapide. Le modèle du SRC estime sa persistance à trois semaines (77). L'adsorption sur les sédiments et la bioaccumulation dans les poissons et autres organismes aquatiques n'est probablement pas un processus important. En effet Mackay et coll. rapportent un facteur de bioconcentration de 0,602 (76). Le modèle du SRC donne un facteur de bioconcentration deux fois plus petit (77). L'AB serait très mobile dans le sol. Sa volatilisation à partir du sol sec est peut-être importante mais elle est probablement négligeable dans le sol humide (55). La persistance de l'AB dans le sol est estimée à environ un mois par le modèle du SRC (77).

7.2 Effets environnementaux

L'OCDE affirme que la toxicité aiguë de l'AB pour les poissons, la daphnie et les bactéries se situe au-delà de 100 mg/L (20). Cette affirmation est généralement compatible avec la revue de littérature effectuée sur cette question par le USEPA (55) et sa base de données ECOTOX telle que présentée par le Pesticide Action Network[23] (San Francisco, CA). En vertu du système harmonisé de classification intégrée des produits chimiques de l'OCDE et du SGH, l'AB ne serait pas toxique quant à son potentiel de toxicité aiguë pour l'environnement aquatique, la catégorie la moins toxique se situant entre 10 et 100 mg/L (51, 52).

8.0 Réglementation et recommandations

8.1 Milieu de travail

La seule valeur limite légale et recensée d'exposition professionnelle dans l'air des lieux de travail pour l'AB est celle de la Russie, promulguée en 1993 : valeur limite de courte durée de 5 mg/m^3, accompagnée d'une notation « peau » (49). Cette valeur limite est exactement la même que celle de l'ancienne Union des républiques socialistes soviétiques (URSS) (78). La consultation des méthodes utilisées jadis en URSS pour déterminer leurs valeurs limites

[20] http://www.reptox.csst.qc.ca
[21] Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture / Organisation mondiale de la santé
[22] http://www.pbtprofiler.net
[23] http://www.pesticideinfo.org

d'exposition professionnelle n'a toutefois pas permis de connaître la base sur laquelle la valeur limite russe a été établie pour l'AB (79). L'AIHA recommande une valeur limite moyenne de 10 ppm (44 mg/m^3) sur 8h basée sur l'effet lacrymogène aigu de l'AB (65). Sans justifier sa recommandation, le fabricant DSM Special Products BV (Sittard, Pays-Bas) propose une valeur limite de 5 ppm sur 8h pour son AB (80). Une valeur limite de 3,2 mg/m^3 (8h) a été proposée par le Health Based Exposure Limits Committee[24] (81). Cette valeur a été dérivée à partir d'un LOAEL de 286 mg/kg/jour pour l'hyperplasie de l'épithélium de l'estomac antérieur dans une étude chronique chez le rat, en effectuant un ajustement allométrique et en appliquant des facteurs de sécurité (10x10x10).

Le RepTox place l'AB dans la catégorie du SIMDUT[25] des liquides combustibles (B3) et dans celle des matières toxiques ayant d'autres effets toxiques (D2B), soit de l'irritation des yeux chez l'animal.

L'annexe II du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) liste les matières dangereuses par catégories pour les besoins de la section X du RSST intitulée « Entreposage et manutention de matières dangereuses » (83). Les alcools font partie de l'annexe en question. L'AB est donc considéré comme une matière dangereuse en vertu du RSST. De plus, étant donné que l'AB est classé comme « produit contrôlé » en vertu de l'article 71, il s'en suit que sa gestion doit satisfaire à toutes les exigences applicables dans la section X du RSST. D'autres dispositions du RSST s'appliquent à l'AB, notamment les articles 75 (équipement d'urgence), 344 (chaussures de protection) et 345 (protecteurs pour les autres parties du corps) (83).

L'AB fait partie de la liste de divulgation des ingrédients du SIMDUT : si cette substance est présente à une concentration de 1 % ou plus en poids dans un produit vendu au Canada, sa présence doit être mentionnée sur la fiche signalétique du produit en question (84).

8.2 Environnement

8.2.1 Canada

8.2.1.1 Règlement sur la persistance et la bioaccumulation

Le Règlement sur la persistance et la bioaccumulation spécifie qu'une substance est bioaccumulable si son facteur de bioconcentration est égal ou supérieur à 5 000 (85). L'AB n'est donc pas bioaccumulable en vertu de la LCPE en raison de son facteur de bioconcentration très faible (voir § 7.1). L'AB n'est pas considéré comme une substance « persistante » selon le même règlement si l'on considère que sa demi-vie dans l'atmosphère est égale à 0,71 jour d'après les plus récents modèles d'estimation (85).

---

[24] http://dmi-www.mc.duke.edu/oem/hbel1995.pdf
Ce comité est formé des spécialistes suivants : Grace Ziem, MD, MPH, Directrice; Jim Cone, MD, MPH; Barry Castleman, PhD; Kathy Cunningham, Ph.D.; David Egilman, MD, MPH.

[25] Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail, Règlement sur les produits contrôlés (82) http://lois.justice.gc.ca/fr/H-3/DORS-88-66/index.html

8.2.1.2 Liste intérieure des substances (LIS)

L'AB fait partie de la LIS[26]. La LIS a été créée pour répondre à l'une des exigences de la LCPE. Les substances qui font partie de la LIS comprennent celles qui, entre le 1er janvier 1984 et le 31 décembre 1986, ont été fabriquées ou importées au Canada à raison d'au moins 100 kg par année ou qui servaient à des fins de fabrication commerciale au Canada. Les substances qui n'apparaissent pas sur la LIS sont considérées « nouvelles » au Canada et doivent en conséquence être déclarées en vertu de la LCPE (Règlement sur les renseignements concernant les substances nouvelles[27]).

8.2.1.3 Règlement sur le transport des marchandises dangereuses (TMD)

L'AB n'entre dans aucune des neuf classes de marchandise dangereuse de la Partie 2 du TMD, principalement en raison de son point d'éclair égal à 93 ^{0}C et de sa DL_{50} élevée (86).

8.2.1.4 Liste des substances d'intérêt prioritaire

La LCPE exige que les ministres fédéraux de l'Environnement et de la Santé établissent une liste de substances dont la toxicité doit être évaluée prioritairement conformément à la Loi. L'AB ne figure pas sur les listes actuelles des substances d'intérêt prioritaire[28], comprenant au total 69 substances ou famille de substances.

8.2.2 Québec

8.2.2.1 Règlement sur la qualité de l'atmosphère

L'AB n'est pas un « solvant organique photochimiquement réactif » en vertu de la définition restrictive qu'en donne le Règlement sur la qualité de l'atmosphère. En conséquence l'article 12c de ce règlement concernant les émissions de composés organiques s'applique à savoir qu'il est légalement possible d'émettre dans l'atmosphère plus de 1 400 kg par jour ou 200 kg par heure d'AB dans le cas où ce solvant n'est pas soumis à un procédé de cuisson ou n'entre pas en contact avec une flamme (87).

8.2.2.2 Règlement sur les matières dangereuses

Le Règlement (québécois) sur les matières dangereuses indique qu'une substance est considérée comme « matière toxique » si elle est toxique en vertu du Règlement (canadien) sur les produits contrôlés (82, 88). Notons que le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) se réfère au RepTox pour la classification SIMDUT[29]. Tel qu'indiqué au § 8.1, la fiche toxicologique du RepTox pour l'AB indique que cette substance doit être classée dans les catégories B3 et D2B du SIMDUT. En conséquence l'AB doit être considéré comme « matière toxique » en vertu de l'article 3 du Règlement sur les matières dangereuses.

---

[26] http://www.ec.gc.ca/substances/nsb/fra/cas_f.htm
[27] http://lois.justice.gc.ca/fr/C-15.31/DORS-94-260/
[28] http://www.ec.gc.ca/substances/ese/fre/pesip/psap.cfm
[29] S. St-Laurent, MDDEP, conversation téléphonique, 1997/06/19

8.2.2.3 Critères de qualité de l'eau de surface

Le MDDEP a adopté un critère de vie aquatique chronique (CVAC) égal à 0,022 mg/L pour l'AB (89). Le MDDEP donne la définition suivante du CVAC : « la concentration la plus élevée d'une substance qui ne produira aucun effet néfaste sur les organismes aquatiques (et leur progéniture) lorsqu'ils y sont exposés quotidiennement pendant toute leur vie »[30]. Le CVAC de l'AB est tiré d'une publication du ministère de l'Environnement de l'État du Michigan (MDEQ, Michigan Department of Environmental Quality, 1997) qu'il n'a pas été possible de retracer. Le MDEQ ne retenait plus ce CVAC dans ses listes de critères pour les années 2002 et 2003 (Thérèse Roussel, MDDEP, communication personnelle, 2004-06-29).

8.2.3 Ville de Montréal

La Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) a adopté le 14 novembre 2001 les règlements 87 et 90 de l'ancienne Communauté urbaine de Montréal. Ces règlements s'appliquent désormais sur l'ensemble de l'île de Montréal. Dans la CMM à l'extérieur de Montréal, ce sont les règlements existants des villes (eaux usées) et du MDDEP (air) qui s'appliquent encore et qui sont contrôlés par ces autorités. Ces règlements deviendront caducs lorsque la CMM adoptera ses propres règlements sur l'assainissement des eaux usées et de l'air[31].

8.2.3.1 Règlement relatif à l'assainissement de l'air (Règlement 90)

L'AB utilisé dans certaines activités industrielles telles que l'application de peinture au pistolet et le dégraissage de pièces métalliques, est assujetti à l'article 6 du Règlement 90[32] (90). Cette disposition du règlement impose une réduction de l'émission de 90 % ou une émission maximale de 5 kg/heure par usine.

8.2.3.2 Règlement relatif aux rejets des eaux usées dans les réseaux d'égout et les cours d'eau (Règlement 87)

La demande biochimique en oxygène cinq jours (DBO_5) de l'AB est égale à 1560 mg/g (58). En conséquence, l'alinéa 5 de l'article 11 du règlement 87 s'applique à cette substance[33] (91). Il est donc interdit de rejeter ce solvant dans un réseau d'égout pluvial de la Ville de Montréal.

9.0 Prévention

9.1 Premiers secours

La banque de données Poisindex[34] (Thomson Micromedex Inc., Greenwood Village, CO), utilisée par le Centre antipoison du Québec[35] comme source de données concernant les protocoles de traitement en cas d'intoxication aiguë, contient des indications spécifiques pour l'AB :

---

[30] http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/
[31] http://www.cmm.qc.ca (voir « Publications » puis « Documents institutionnels »)
[32] http://www.cmm.qc.ca/publications/documentsinsti/reglements/09_1.pdf
[33] http://www.cmm.qc.ca/publications/documentsinsti/reglements/08_1.pdf
[34] http://www.micromedex.com/products/poisindex/
[35] ☎ 1-800-463-5060 http://www.cchvdr.qc.ca/SoinsServices/CentreAntiPoison/CAP.html

9.1.1 Projection cutanée

La projection cutanée d'AB exige l'enlèvement des vêtements contaminés et le lavage minutieux de la peau exposée à l'eau savonneuse. Une expertise médicale peut être nécessaire si l'irritation ou la douleur persistent.

9.1.2 Projection oculaire

La projection oculaire d'AB exige l'irrigation immédiate de l'œil contaminé avec de l'eau tiède pour une période minimale de 15 minutes. Le patient doit être amené dans une clinique médicale si l'irritation, la douleur, l'enflure, le larmoiement ou la photophobie persistent.

9.1.3 Inhalation

Lors d'une intoxication par inhalation de vapeurs ou de brouillards d'AB, il faut enlever la source d'exposition ou déplacer la victime à l'air frais et obtenir immédiatement une expertise médicale (92).

9.1.4 Ingestion

Lorsqu'une personne a ingéré de l'AB, la base de données Poisindex recommande d'administrer de 120 à 240 ml d'eau pour diluer le solvant. Les solutions dont la concentration se situe au-delà de 30 % sont extrêmement irritantes et peuvent entraîner un vomissement spontané. Il ne faut pas utiliser de sirop d'ipéca. Le lavage gastrique est indiqué si une quantité mortelle a été ingérée et si le traitement peut être administré en deçà d'une heure de l'ingestion. Le traitement au charbon actif peut être indiqué : administration de 25 à 100 g chez l'adulte d'une suspension de 30 g de charbon dans 240 ml d'eau.

9.2 Fuites accidentelles

En cas de déversement accidentel d'AB, il faut d'abord éliminer toute source d'ignition et tenter d'arrêter ou de réduire la fuite s'il est sécuritaire de le faire. Le personnel affecté au nettoyage doit porter des équipements de protection personnelle (voir plus loin). Il faut également ventiler les locaux et restreindre l'accès aux lieux concernés jusqu'à ce que le nettoyage soit complété. Les nettoyeurs doivent empêcher le liquide de migrer vers les égouts et les espaces confinés (92). La société Velsicol, un important distributeur d'AB, recommande de ramasser les petites quantités d'AB avec un absorbant sec. Le tout peut alors être balayé ou pelleté et placé dans un fût de déchets approprié. Lorsque tout le matériau a été absorbé et enlevé, la surface peut être nettoyée en utilisant une solution aqueuse de détergent (93). Pour les déversements plus importants, il est conseillé de contacter les services d'incendie et le fournisseur (92).

9.3 Manipulation et stockage

L'AB est compatible avec l'acier au carbone ou les aciers inoxydables (93). Le fabricant Noveon conserve son AB dans des réservoirs en acier inoxydable n^0 304 et utilise des pompes et canalisations en acier inoxydable (94). L'aluminium et les matières plastiques sont à éviter. Le verre teinté est indiqué pour de petites quantités (95). Le fabricant Noveon recommande de ne

mettre l'AB en contact qu'avec les plastiques suivants : polymères fluorés, polyoléfines. Les fûts en polyéthylène haute densité sont utilisés pour la qualité technique d'AB (94).

L'AB étant un matériaux combustible, il doit être entreposé à l'écart des sources de chaleur extrêmes et des agents oxydants. Tout le contenu des fûts d'AB doit être utilisé lorsqu'ils sont ouverts. Si cela n'est pas possible, il est nécessaire de purger les fûts avec de l'azote (inertage) afin de prévenir l'oxydation de l'AB en benzaldéhyde. Les grands réservoirs d'AB doivent comprendre un ciel d'azote pour prévenir cette lente oxydation. La durée de conservation des fûts de 200 L d'AB est d'un an s'ils n'ont pas été ouverts (93). Le sol des locaux sera incombustible, imperméable et formera cuvette de rétention (95). La société Velsicol recommande également que l'aire de stockage soit équipée d'un puisard accompagné d'une pompe (93).

9.4 Équipement de protection personnelle

Pour la protection des mains, le fabricant Atofina recommande l'utilisation de gants en néoprène (polychloroprène) ou en élastomère fluoré (96). Le fabricant DSM recommande plutôt les gants en caoutchouc butyle (copolymère de l'isobutylène et d'isoprène) ou en Viton® (copolymère de fluorure de vinylidène et d'hexafluoropropylène fabriqué par la société DuPont) (80). Forsberg et Keith rapportent les temps de claquage de quatre gants commerciaux (butyle > 240 min; nitrile = dégradation; PE/EVAL/PE[36] > 240 min; Viton® > 1200 min) (97). La ganterie Best[37] (Menlo, GA) propose plusieurs gants dont le temps de claquage dépasse 480 minutes en immersion totale dans l'AB et d'autres gants pour une exposition intermittente à cette substance. D'autres fabricants de gants ont des produits équivalents.

Le port de lunettes à coques ou d'un écran facial est nécessaire pour la protection des yeux (98).

L'AB est un solvant peu volatil à la température ambiante. Le chauffage du solvant augmente cependant sa tension de vapeur et peut exiger le port d'un appareil de protection respiratoire en l'absence de ventilation adéquate. Il en va de même si l'AB est pulvérisé (p.ex. peinture). Le lecteur est référé au document de Lara et Vennes pour tout ce qui se rapporte à la protection respiratoire ainsi qu'au site Web de la CSST sur cette question[38] (99).

9.5 Élimination des déchets

Les fabricants Atofina et DSM recommandent l'incinération pour éliminer l'AB (80, 96).

9.6 Recyclage

Le recyclage de l'AB par distillation est possible en théorie mais des considérations pratiques doivent être prises en compte. Si l'AB est utilisé dans un décapant à peinture pour enlever le revêtement organique sur le fuselage d'un avion, les résidus seraient difficilement recyclables. Par contre si l'AB est utilisé dans un bac de décapage, la solution usée pourrait être recyclée. Encore faut-il que la société qui utilise le décapant la fasse recycler chez un spécialiste du recyclage des solvants. Ce dernier doit de plus trouver preneur pour le produit recyclé. L'idéal

[36] Stratifié de cinq couches de polyéthylène et de copolymère de l'éthylène et de l'alcool vinylique
[37] http://www.chemrest.com
[38] http://www.prot.resp.csst.qc.ca

serait donc d'établir une entente à trois partenaires : la société qui utilise l'AB (p.ex. dans un décapant), la société qui effectue le recyclage par distillation, et le fabricant du décapant. Il serait entendu que ce dernier utilise le solvant recyclé comme matière première pour élaborer son décapant recyclé. Une telle entente à trois a déjà été réalisée avec succès pour un décapant à base de dichlorométhane (Michel Lemire, ing., Chemrec, Cowansville, conversation téléphonique, 2004-06-25).

9.7 Échantillonnage et analyse

L'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) possède une méthode d'échantillonnage et d'analyse pour mesurer l'AB dans l'air des lieux de travail. Le solvant est échantillonné sur tube absorbant XAD[39]-7 (volume = 24 L; débit de la pompe = 0,2 L/min), élué au méthanol et analysé par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire DB-1 avec détection par ionisation de flamme (100). L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) propose l'échantillonnage de l'AB sur tube de gel de silice, élué avec un mélange d'eau et d'éthanol et analysé sur colonne semi-polaire (phase type PEG) par chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme (101).

9.8 Surveillance biologique de l'exposition

Aucune méthode de surveillance biologique de l'exposition spécifique à l'AB n'a été identifiée dans la littérature. Dans le domaine de la criminalistique, Dasgupta et Steinagel ont publié une méthode de dosage de l'AB dans le sérum humain et le sang *post mortem* par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (102).

9.9 Surveillance médicale

L'INRS (France) recommande de porter une attention particulière aux signes d'atteinte neurologique ou de dermatose chronique. On suggère d'éviter d'exposer à l'AB les sujets présentant une atteinte hépatique sérieuse. Comme tout solvant organique, certains médicaments peuvent potentialiser l'effet neurologique de l'AB. De même, d'après l'INRS (France), ce solvant peut être à l'origine de troubles neuropsychiques (p.ex. irritabilité, troubles de la mémoire) (95). Le médecin du travail peut également se référer au protocole général de surveillance médicale pour les solvants industriels élaboré par les équipes du réseau public québécois de santé au travail (103).

10.0 Discussion

10.1 Aspects techniques

L'AB est une substance utilisée depuis de nombreuses années dans plusieurs applications. Son emploi comme solvant pour remplacer des solvants plus toxiques comme le DCM dans les décapants est plus récent. Sa tension de vapeur faible est intéressante dans les applications à aire ouverte en raison du peu de perte de solvant par évaporation. On pense notamment au décapage de grandes structures comme les aéronefs. Le décapage à l'AB est généralement plus lent qu'avec

[39] XAD = polymère sphérique poreux fabriqué par la société Rohm & Hass

les produits traditionnels à base de DCM. Le coût du décapant peut également être plus élevé mais la gestion des déchets est moins onéreuse en raison du coût élevé pour se débarrasser des déchets à base de DCM.

10.2 Hygiène et toxicologie industrielles

L'AB est un solvant peu toxique. Il n'est ni cancérogène, génotoxique ou toxique pour le développement chez l'animal. Ses voies d'absorption et de biotransformation sont bien établies. Il s'élimine par la voie urinaire en acide hippurique. Il n'y a pas d'étude épidémiologique pour confirmer son innocuité chez l'humain mais son utilisation chronique depuis longtemps comme additif alimentaire et cosmétique n'a jamais été remis en question par les grandes organisations sanitaires. C'est un irritant modéré pour la peau mais plus puissant pour les yeux. Les études de cas cliniques chez l'humain sont peu (§ 6.6.3) ou pas (§ 6.7.3) pertinentes pour le milieu de travail.

Dans son exposé justifiant sa valeur limite d'exposition professionnelle pour l'AB (10 ppm, 8h), l'AIHA se réfère à un document de 1967 de la société Eastman Kodak quant à l'effet lacrymogène de cette substance (65). D'après Opdyke, l'auteur de cette publication affirme qu'en raison de ses effets lacrymogènes, une exposition dépassant 1 ppm ne serait probablement pas tolérée pour une période prolongée (104). La logique de l'AIHA menant à une WEEL de 10 ppm est donc nébuleuse.

La valeur limite d'exposition professionnelle (3,2 mg/m^3, 8h) proposée par le Health Based Exposure Limits Committee (81) n'est pas acceptable du point de vue toxicologique parce qu'elle est basée sur un effet délétère de l'AB sur un organe (estomac antérieur du rat) qui n'existe pas chez l'humain (Kannan Krishnan, professeur de toxicologie, Université de Montréal, communication personnelle, 2003-09-30).

Bevan considère que le flux transcutané de l'AB (0,073 mg/cm^2/h) dans la peau humaine est lent (48). Sur la seule base de ce paramètre, il ne semble pas justifié de recommander une notation « peau » en l'absence d'intoxications systémiques documentées par cette voie dans la littérature, du moins dans l'esprit de la notation « peau » de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) (105). L'AIHA n'a d'ailleurs pas de notation « peau » pour l'AB (65). Par contre les quelques cas d'allergies cutanées causées par l'AB pourraient militer en faveur d'une notation « sensibilisant ». Ils proviennent cependant surtout de l'application de médicaments ou de cosmétiques sur la peau (61). L'AIHA aurait jugé les données insuffisantes car elle n'a pas de notation « DSEN[40] » pour cette substance (65).

Plusieurs banques de données rapportent un seuil de détection olfactive pour l'AB égal à 5,5 ppm (92, 106, 107). On pourrait donc penser que l'AB possède de bonnes caractéristiques de détection en regard d'une WEEL à 10 ppm. Or cette valeur de 5,5 ppm est une concentration aqueuse et est issue d'une publication de Keith et Powers qui la rapportent en tant que seuil de détection gustative à partir d'un panel d'une vingtaine de goûteurs et non comme seuil de détection olfactive (108).

[40] Dermal sensitization

Si l'on s'en tient à une valeur limite de 10 ppm tel que proposée par l'AIHA, le potentiel de dépassement de cette valeur dans l'air des locaux de travail est d'environ trois ordres de grandeur plus faible que celui du DCM en calculant le « Vapor Hazard Ratio » (VHR_{DCM} = 11 640; VHR_{AB} = 15) (109). C'est donc dire que la problématique d'hygiène industrielle en regard de l'AB est généralement celle du contact cutané, relativement facile à gérer.

Comme pour la plupart des solvants, l'AB n'est jamais utilisé seul, que ce soit dans les décapants, peintures ou autres produits. Ainsi pour les peintures, il faut porter une attention particulière au contact cutané avec les résines époxy de faibles poids moléculaires et les diluants réactifs. En ce qui concerne les décapants, il est nécessaire de porter attention aux adjuvants utilisés pour augmenter l'efficacité de l'AB comme les acides ou les bases.

L'enquête NOES sur l'exposition professionnelle aux États-Unis a maintenant plus de vingt ans (44). Les principales industries et professions identifiées dans cette étude pour l'AB se rapportent surtout à l'utilisation de cette substance en petites quantités dans les produits (p.ex. bactériostatique). L'exposition des travailleurs était probablement faible et surtout par voie cutanée. Peu de données d'exposition professionnelle ont été rapportées ailleurs dans la littérature, en partie à cause du fait que l'AB est peu volatil et que les méthodes d'évaluation de l'exposition cutanée sont encore peu développées (110) mais possiblement aussi en raison du faible potentiel toxique de cette substance par rapport aux autres agresseurs présents concurremment dans les milieux de travail.

10.3 Environnement

L'AB est peu toxique pour les écosystèmes, se dégrade complètement en quelques jours dans l'air et en trois et quatre semaines dans l'eau et le sol respectivement.

Le DCM ayant été jugé toxique en vertu de la LCPE (23), Environnement Canada a publié un avis enjoignant plusieurs utilisateurs industriels de DCM à réduire progressivement leurs émissions de ce solvant chloré. C'est notamment en raison de telles réglementations que les décapants à base d'AB ont gagné en popularité ces dernières années dans les pays industrialisés.

Par ailleurs Environnement Canada a placé les COV sur l'Annexe 1 de la LCPE en tant que précurseurs d'ozone troposphérique et de PM_{10}[41] (111). L'utilisation des solvants peu volatils comme l'AB pourrait ainsi être favorisée dans certains procédés industriels. Il reste cependant une incertitude à cause de la définition même de COV dans le décret : sont considérées comme COV toutes les substances « participant à des réactions photochimiques atmosphériques » à l'exclusion d'une liste prédéfinie de substances (111). On sait que l'AB se dégrade dans l'atmosphère par réaction avec les radicaux hydroxyles (55), eux-mêmes générés par réactions photochimiques mettant en œuvre le dioxyde d'azote, la radiation ultraviolette en provenance du soleil et l'oxygène atmosphérique (112). C'est donc dire que l'AB est un COV en vertu de la LCPE car il participe effectivement à une réaction photochimique dans son processus de disparition dans l'atmosphère. Pour savoir si le décret d'Environnement Canada favorise ou non l'emploi de l'AB, il faut analyser les mesures concrètes envisagées par le gouvernement pour gérer le risque posé par les COV dans l'environnement. Environnement Canada a publié à cet effet un avis précisant diverses mesures visant à réduire les émissions de COV en provenance des

[41] PM_{10} = Particules inhalables de 10 microns ou moins

produits de consommation et des produits commerciaux dans les prochaines années (113). Certaines mesures, comme les ententes volontaires de performance environnementale envisagées pour certains secteurs industriels, favoriseraient l'utilisation de l'AB dans ces domaines particuliers si on limite l'émission de COV. L'AB ne serait cependant pas favorisé dans l'optique où les COV sont limités dans des produits de consommation (p.ex. nombre maximal de gramme de COV par litre de peinture).

11.0 Axes potentiels de recherche

Il serait souhaitable de mesurer l'exposition cutanée des travailleurs utilisant des produits à base d'alcool benzylique. Il serait également souhaitable de mesurer l'exposition par voie pulmonaire des travailleurs utilisant des décapants chauffés à base d'AB.

L'absorption pulmonaire de l'AB devrait être étudiée dans un modèle animal.

12.0 Conclusion

Considérant la faible toxicité de l'AB chez l'humain et l'environnement, ce solvant constitue un produit de remplacement acceptable pour des solvants beaucoup plus toxiques comme le DCM. Une ventilation adéquate est toutefois recommandée en particulier s'il y a pulvérisation de produits à base d'AB ou si la substance est chauffée (95). Le port de gants et de lunettes protectrices est également indiqué. Pour assurer son succès, tout projet de substitution de solvant doit être bien planifié. Bégin et Gérin ont d'ailleurs proposé une démarche en neuf étapes pour garantir la réussite de l'entreprise (114, 115).

13.0 Références

[1] Bégin, D. (1995) Utilisation des solvants et exposition professionnelle au Québec. **Travail et santé 11**(2):13-15
[2] Gérin, M.; Bégin, D.; Goupil, J.; Garneau, R.; Sacks, S. (1995) **Substitution des solvants en milieu de travail : élaboration d'un outil pour l'intervention**. Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (rapport no. R-098), Montréal
[3] Gérin, M., Ed. (2002) **Solvants industriels : Santé, sécurité, substitution**. Masson, Paris
[4] Bégin, D.; Gérin, M. (1999) **La substitution des solvants par les esters d'acides dicarboxyliques (DBE) : Adipate diméthylique, glutarate diméthylique, succinate diméthylique**. Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (Rapport B-056), Montréal
[5] Bégin, D.; Gérin, M. (1999) **La substitution des solvants par le d-limonène**. Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (Rapport B-057), Montréal
[6] Bégin, D.; Gérin, M. (1999) **La substitution des solvants par la N-méthyl-2-pyrrolidone**. Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (Rapport B-058), Montréal
[7] Bégin, D.; Lavoué, J.; Gérin, M. (2002) **La substitution des solvants par le diméthylsulfoxyde**. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (Rapport B-062), Montréal, QC
[8] Bégin, D.; Gérin, M. (2002) **Le 1-bromopropane et la substitution des solvants**. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (Rapport B-063), Montréal, QC

[9] Lavoué, J.; Bégin, D.; Gérin, M. (2002) **La substitution des solvants par les nettoyants aqueux - Le dégraissage des métaux**. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (Rapport B-064), Montréal, QC
[10] Bégin, D.; Beaudry, C.; Gérin, M. (B-070) **La substitution des solvants par le carbonate de propylène**. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, Montréal
[11] Bégin, D.; Heng, S.; Gérin, M. (B-069) **La substitution des solvants par le lactate d'éthyle**. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, Montréal
[12] Nair, B. (2001) Final Report on the Safety Assessment of Benzyl Alcohol, Benzoic Acid, and Sodium Benzoate. **International Journal of Toxicology 20**(Suppl. 3):23-50
[13] Brühne, F.; Wright, E. (2001) *Benzyl Alcohol*. In: **Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (Electronic)**, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany (base de données en ligne, École Polytechnique de Montréal, date d'accession : 2001/08/08)
[14] Mookherjee, B.D.; Wilson, R.A. (1996) *Benzyl alcohol and β-phenetyl alcohol*. In: **Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 4**, pp. 116-125. J.I. Kroschwitz, Ed. John Wiley and Sons, New York, NY
[15] DSM (2003) **Product information sheet: Benzyl alcohol**. DSM Special Products BV, Sittard, The Netherlands
[16] SRI (1955 - aujoud'hui) **Chemical Economics Handbook (en ligne, date de consultation : 2003/08/21)**. SRI Consulting, Menlo Park, CA
[17] Atofina (juin 1999) **Alcool benzylique**. Atofina, DTF/DHF, Paris
[18] BETCO (2004) **Material Safety Data Sheet: Extreme Ultra**. Betco Corporation, Toledo, OH
[19] Green Seal (28 May 2004) **Proposed Standard for Floor-Care Products: Finishes and Compatible Strippers used for Industrial and Institutional Purposes**. Green Seal, Inc., Washington, DC
[20] OECD (2001) **Screening Information Dataset Initial Assessment Profile - Benzoates Category**. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris
[21] Björkner, B. (1999) *Plastic Materials*. In: **Occupational Skin Disease**, pp. 434-462. R.M. Adams, Ed. W.B. Saunders, Philadelphia
[22] Perrin, H. (1981) **Guide pratique du peintre industriel**. Technique et Documentation, Paris
[23] Environnement Canada / Santé Canada (1993) **Dichlorométhane**. Environnement Canada et Santé Canada. Liste des substances d'intérêt prioritaire. Rapport d'évaluation no. 29, Ottawa
[24] Gouvernement du Canada (29 novembre 2003) Avis obligeant l'élaboration et l'exécution de plans de prévention de la pollution à l'égard du dichlorométhane. **Gazette du Canada Partie I 137**(48):3718-3756
[25] Collier, R.P.; Drotleff, E.; Mangaraj, D. (1993) **Summary Report - Contract No. F04606-89-D-0034/Q804 - Identification of Biodegradable/Environmentally Compatible Methods for Epoxy Removal - Phase I, to the Aerospace Guidance and Metrology Center, Newark Air Force Base**. Battelle, Columbus, OH
[26] NFESC (1997) **Joint Service Pollution Prevention Opportunity Handbook**. United States Naval Facilities Engineering Service Center, Port Hueneme, CA
[27] Kemika XXI (14 mai 2003) **Fiche signalétique : G-Strip 130**. Greensolv Inc., Baie-d'Urfé, QC
[28] Distaso, J. (3 October 2000) Ammonium bicarbonate / ammonium carbamate activated benzyl alcohol paint stripper. **The Patent Office Record 128**(40):22
[29] Butcher (25 June 2003) **Material Safety Data Sheet No. 4239 : 25 Full Impact No Rinse Stripper Concentrate**. The Butcher Company, Sturtevant, WI

[30] Napier (25 March 2002) **Material Safety Data Sheet: RemovAll 330**. Napier Environmental Technologies Inc., Delta, BC
[31] Napier (18 September 2003) **Material Safety Data Sheet: RemovAll 510 (Spray Grade)**. Napier Environmental Technologies Inc, Delta, BC
[32] McGean-Rohco (6 March 2002) **Material Safety Data Sheet No. 23158: Cee-Bee E-1058**. McGean-Rohco Inc., Livonia, MI
[33] McLaughlin, J.S.; Weir, J.D.; Viktora, R. (1997) Testing environmentally preferred paint strippers. **Aerospace Engineering 17**(7):17-19
[34] Pauli, R. (1997) Alternative Processes to Methylene Chloride. **Products Finishing 61**(9):84-88
[35] Callahan, M.S. (1995) *Pollution Prevention in Coating Application and Removal*. In: **Industrial Pollution Prevention Handbook**, pp. 483-494. H.M. Freeman, Ed. McGraw-Hill, New York, NY
[36] Southern Research Institute; Pacific Environmental Services Inc.; Howell, S.G. (1995) **Project Summary: Radome Depainting Evaluation at Tinker Air Force Base**. United States Environmental Protection Agency, National Risk Management Research Laboratory (EPA/600/SR-95/079), Cincinnati, OH
[37] Australian Centre for Cleaner Production (1997) **Cleaner Production - Aircraft Paint Stripping - QANTAS Airways Limited**. Department of the Environment and Heritage, Australian Government, Canberra
[38] Sim, J.O. (1996) **Paint stripper (US Patent No. 5,487,789. January 30, 1996)**. United States Patent & Trademark Office, Washington, DC
[39] Distaso, J. (1997) Ammonium Bicarbonate / Ammonium Carbamate Activated Benzyl Alcohol Paint Stripper. **Journal of Cleaner Production 5**(1-2):170
[40] Distaso, J. (1997) Benzyl Alcohol Paint Stripper. **Metal Finishing 95**(7):68
[41] Elion, J.M.; Flanagan, J.B.; Turner, J.H.; Hanley, J.T.; Hill, E.A. (1996) **Pollution Prevention Demonstration and Evaluation of Paint Application Equipment and Alternatives to Methylene Chloride and Methyl Ethyl Ketone**. Performed by Research Triangle Institute (Research Triangle Park, NC) for United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development (EPA-600/R-96-117; NTIS : PB97-104632), Washington, DC
[42] Stack, S. (2003) **Graffiti Remover Research and Field Test Report: The Search for Safer Products**. Center for a New American Dream, Takoma Park, MD
[43] USEPA (1996) **Designing Solutions for Screen Printers - An Evaluation of Screen Reclamation Systems**. United States Environmental Protection Agency; Prevention, Pesticides, And Toxic Substances (EPA 744-F-96-010), Washington, DC
[44] Seta, J.A.; Sundin, D.S.; Pedersen, D.H. (1988) **National Occupational Exposure Survey Field Guideline**. National Institute for Occupational Safety and Health (DHHS (NIOSH) Publication No. 88-106), Cincinnati, OH
[45] Chrostek, V.J.; Levine, M.S. (1981) **Health Hazard Evaluation Report No. HHE-80-154-1027, Bechtel Power Corporation, Berwick, Pennsylvania**. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH
[46] Rudell, B.; Hansen, N.; Hansson, C.; Östberg, Y. (1997) A Mobile Exposure Chamber for Challenge Tests to the Human Respiratory Tract. **Applied Occupational and Environmental Hygiene 12**(7):465-469
[47] Kodak (2002) **Indoor Air Quality and Ventilation in Photographic Processing Facilities**. Kodak Environmental Services, Eastman Kodak Company (Publication No. J-314), Rochester, NY

[48] Bevan, C. (2001) *Monohydric Alcohols - C_7 to C_{18}, Aromatic, and Other Alcohols*. In: **Patty's Toxicology, Volume 6**, pp. 461-541. E. Bingham; B. Cohrssen; C.H. Powell, Eds. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY
[49] MDL Information Systems (2004) **Registry of Toxic Effects of Chemicals Substances: Benzyl alcohol**. Canadian Centre for Occupational Heatlh and Safety (http://ccinfoweb.ccohs.ca ; page web visitée le 2004/04/14), Hamilton, ON
[50] Lauwerys, R.R. (1999) **Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles**. Masson, Paris
[51] OECD (14 August 2001) **Harmonized Integrated Classification System for Human Health and Environmental Hazards of Chemical Substances and Mixtures**. Organisation for Economic Co-operation and Development (ENV/JM/MONO(2001)6), Paris
[52] ONU (2003) **Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques (SGH)**. Organisation des Nations unies (ST/SG/AC.10/30), New York et Genève
[53] Gosselin, R.E.; Smith, R.P.; Hodge, H.C.; Braddock, J.E. (1984) **Clinical Toxicology of Commercial Products**. Williams & Wilkins, Baltimore, MD
[54] Ursin, C.; Hansen, C.M.; Van Dyk, J.W.; Jensen, P.O.; Christensen, I.J.; Ebbehoej, J. (1995) Permeability of Commercial Solvents Through Living Human Skin. **American Industrial Hygiene Association Journal 56**(7):651-660
[55] USEPA (1989) **Health and Environmental Effects Document for Benzyl Alcohol**. Environmental Criteria and Assessment Office, Office of Health and Environmental Assessment, Office of Research and Development, United States Environmental Protection Agency (EPA/600/B-90/033; NTIS : PB91-213694), Cincinnati, OH
[56] Kimura, E.T.; Darby, T.D.; Krause, R.A.; Brondyk, H.D. (1971) Parenteral Toxicity Studies with Benzyl Alcohol. **Toxicology and Applied Pharmacology 18**(1):60-68
[57] Frosch, P.J.; Kligman, A.M. (1979) The soap chamber test: a new method for assessing the irritancy of soaps. **Journal of the American Academy of Dermatology 1**:35-41
[58] European Commission (2000) **IUCLID CD-ROM - Public data on high volume chemicals**. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Health and Consumer Protection, European Chemicals Bureau, Ispra, Italy
[59] Mitchell, D.M.; Beck, M.H. (1988) Contact allergy to benzyl alcohol in a cutting oil reodorant. **Contact Dermatitis 18**(5):301-302
[60] Lodi, A.; Mancini, L.L.; Pozzi, M.; Chiarelli, G.; Crosti, C. (1993) Occupational airborne allergic contact dermatitis in parquet layers. **Contact Dermatitis 29**:281-282
[61] Corazza, M.; Mantovani, L.; Maranini, C.; Virgili, A. (1996) Allergic contact dermatitis from benzyl alcohol. **Contact Dermatitis 34**:74-75
[62] Harvell, J.; Bason, M.; Maibach, H. (1994) Contact Urticaria and its Mechanisms. **Food and Chemical Toxicology 32**(2):103-112
[63] OCDE (1993) *Effet irritant/corrosif aigu sur les yeux (No. 405 adopté le 24 février 1987)*. In: **Lignes directrices de l'OCDE pour les essais de produits chimiques**, Organisation de coopération et de développement économiques, Paris
[64] Grant, W.M.; Schuman, J.S. (1993) **Toxicology of the Eye: Effects on the Eyes and Visual System from Chemicals, Drugs, Metals and Minerals, Plants, Toxins and Venoms; also, Systemic Side Effects from Eye Medications, Volume I**. Charles C. Thomas Publisher, Springfield, IL
[65] AIHA (1994) **Workplace Environmental Exposure Level Guide: Benzyl Alcohol**. American Industrial Hygiene Association, Fairfax, VA
[66] Reynolds, R.D.; Smith, R.M. (1995) Nebulized Bacteriostatic Saline as Cause of Bronchitis. **The Journal of Family Practice 40**(1):35-40

[67] Dieter, M.P. (1992) *Benzyl Alcohol*. In: **Ethel Browning's Toxicity and Metabolism of Industrial Solvents, Volume 3: Alcohols and Esters**, 2nd Edition, pp. 215-223. R.G. Thurman; F.C. Kauffman, Eds. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam
[68] NTP (1989) **Toxicology and Carcinogenesis Studies of Benzyl Alcohol (CAS No. 100-51-6) in F344/N Rats and B6C3F$_1$ Mice (Gavage Studies)**. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health, National Toxicology Program (NTP TR 343; NIH Publication No. 89-2599), Research Triangle Park, NC
[69] Pichard, A.; Bisson, M.; Diderich, R.; Hulot, C.; Lacroix, G.; Lefèvre, J.P.; Lévêque, S.; Magaud, H.; Pepin, G.; Thybaud, E. (2004) **Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques - Méthodologie de renseignement de la fiche - version 4**. Institut national de l'environnement industriel et des risques, Verneuil-en-Halatte, France
[70] USEPA (1995) **Technical Support Document for the Hazardous Waste Identification Program: Risk Assessment for Human and Ecological Receptors**. Report prepared by Research Triangle Institute (Research Triangle Park, NC) for United States Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste, Washington, DC
[71] Hahn, A.F.; Feasby, T.E.; Gilbert, J.J. (1983) Paraparesis following intrathecal chemotherapy. **Neurology 33**:1032-1038
[72] Gershanik, J.J.; Boecler, B.; George, W.; Sola, A.; Leitner, M.; Kapadia, C. (1981) The Gasping Syndrome: Benzyl Alcohol (BA) Poisoning? **Clinical Research 29**(5):895A
[73] U.S. Centers for Disease Control and Prevention (1982) Neonatal Deaths Associated With Use Of Benzyl Alcohol - United States. **Morbidity and Mortality Weekly Report 31**(22):290-291
[74] Hardin, B.D.; Schuler, R.L.; Burg, J.R.; Booth, R.M.; Hazelden, K.P.; MacKenzie, K.M.; Piccirillo, V.J.; Smith, K.N. (1987) Evaluation of 60 Chemicals in a Preliminary Developmental Toxicity Test. **Teratogenesis, Carcinogenesis, and Mutagenesis** 7:29-48
[75] Vavasour, E. (1996) *Benzyl Acetate, Benzyl Alcohol, Benzaldehyde, and Benzoic Acid and its Salts*. In: **Toxicological Evaluation of Certain Food Additives - WHO Food Additives Series 37**, 46th Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, International Programme on Chemical Safety, World Health Organization, Geneva
[76] Mackay, D.; Shiu, W.Y.; Ma, K.C. (1995) **Illustrated Handbook of Physical-Chemical Properties and Environmental Fate for Organic Chemicals - Volume IV: Oxygen, Nitrogen and Sulfur Containing Compounds**. Lewis Publishers, Boca Raton, FL
[77] Syracuse Research Corporation (2003) **PBT Profiler, version 1.203**. Office of Pollution Prevention and Toxics, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC
[78] ILO (1991) **Occupational Exposure Limits for Airborne Toxic Substances**. International Labour Organization, Geneva
[79] OMS (1975) **Méthodes utilisées en URSS pour fixer les concentrations maximales biologiquement non dangereuses de substances toxiques. Documents présentés à une réunion de l'OMS tenue à Moscou du 12 au 19 décembre 1972**. Organisation mondiale de la santé, Genève
[80] Bollmann, C. (2002-07-08) **Fiche de données de sécurité N^0 SP0006/3 : Alcool benzylique**. DSM Special Products BV, Sittard, Pays-Bas
[81] Health Based Exposure Limits Committee (1995) **Chemical Exposure Guidelines**. Santa Clara Center for Occupational Safety and Health, San Jose, CA
[82] Gouvernement du Canada (1988) Règlement sur les produits contrôlés (DORS/88-66). **Gazette du Canada Partie II 122**(2):551-589

[83] Gouvernement du Québec (18 juillet 2001) Règlement sur la santé et la sécurité du travail. **Gazette officielle du Québec, Partie 2, Lois et règlements 133**(29):5020-5133
[84] Gouvernement du Canada (20 janvier 1988) Liste de divulgation des ingrédients DORS/88-64. **Gazette du Canada Partie II 122**(2):488-545
[85] Gouvernement du Canada (29 mars 2000) Règlement sur la persistance et la bioaccumulation. **Gazette du Canada Partie II 134**(7):607-608
[86] Gouvernement du Canada (2004) **Règlement sur le transport des marchandises dangereuses - DORS/2001-286**. Transport Canada, Ottawa
[87] Gouvernement du Québec (14 novembre 1979) Règlement relatif à la qualité de l'atmosphère. **Gazette officielle du Québec Partie 2, 111**(53):6939-6970
[88] Gouvernement du Québec (1997) Règlement sur les matières dangereuses et modifiant diverses dispositions réglementaires. **Gazette officielle du Québec 129**(45):6681-6714
[89] Guay, I. (mai 2001) **Critères de qualité de l'eau de surface au Québec**. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec
[90] CUM (1987) **Règlement relatif à l'assainissement de l'air et remplaçant les règlements 44 et 44-1 de la Communauté (Règlement 90)**. Communauté urbaine de Montréal, Montréal
[91] CUM (1988) **Règlement relatif aux rejets des eaux usées dans les réseaux d'égout et des cours d'eau (Règlement 87)**. Communauté urbaine de Montréal, Montréal
[92] CCOHS (2004) **CHEMINFO: Benzyl Alcohol**. Canadian Centre for Occupational Health and Safety, Hamilton, ON
[93] Velsicol (1998) **Benzyl Alcohol Handling / Storage Guidelines**. Velsicol Chemical Corporation, Rosemont, IL
[94] Noveon (10 July 2001) **Product Information Bulletin: Benzyl Alcohol**. Noveon Kalama, Inc., Kalama, WA
[95] INRS (2004) **Fiche toxicologique N^0 170 : Alcool benzylique**. Institut national de recherche et de sécurité, Paris
[96] Atofina (2003-01-31) **Fiche de données de sécurité N^0 01329 : Alcool benzylique - version 6**. Atofina, Paris
[97] Forsberg, K.; Keith, L.H. (1995) **Chemical Proctive Clothing - Permeation and Degradation Compendium**. Lewis Publishers, Boca Raton, FL
[98] PISSC (1999) **Fiche internationale de sécurité chimique n^0 0833 : Alcool benzylique**. Programme international sur la sécurité des substances chimiques, Organisation mondiale de la santé, Genève
[99] Lara, J.; Vennes, M. (2003) **Guide pratique de protection respiratoire**. Commission de la santé et de la sécurité du travail, Montréal
[100] Eide, M.E. (1993) **Method number PV2009: Benzyl Alcohol**. United States Occupational Safety & Health Administration, OSHA Salt Lake Technical Center, Salt Lake City, UT
[101] INRS (2003) **Métropol - Alcools - Fiche 018**. Institut national de recherche et de sécurité, Vandoeuvre-les-Nancy
[102] Dasgupta, A.; Steinagel, G. (1997) Gas chromatographic mass spectrometric identification and quantitation of benzyl alcohol from human serum and postmortem blood after derivatization with 4-carbethoxyhexafluorobutyryl chloride - A novel derivative. **Journal of Forensic Sciences 42**(4):697-700
[103] CSST/CPST (1985) **Guide intérimaire de surveillance médico-environnementale des travailleurs exposés à des solvants industriels**. Commission de la santé et de la sécurité du travail et Comité provincial en santé au travail de l'Association des directeurs de département de santé communautaire, Montréal, QC

[104] Opdyke, D.L.J. (1973) Monographs on Fragrance Materials - Benzyl Alcohol. **Food and Cosmetics Toxicology 11**:1011-1013
[105] ACGIH (2003) **TLVs® and BEIs® Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices**. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, OH
[106] U.S. Coast Guard (1999) **Chemical Hazards Response Information System: Benzyl Alcohol**. United States Coast Guard, Washington, DC
[107] U.S. NLM (2002) **Benzyl Alcohol**. United States National Library of Medicine, Hazardous Substances Data Bank, Bethesda, MD
[108] Keith, E.S.; Powers, J.J. (1968) Determination of Flavor Threshold Levels and Sub-Threshold, Additive, and Concentration Effects. **Journal of Food Science 33**:213-218
[109] Popendorf, W. (1984) Vapor Pressure and Solvent Vapor Hazards. **American Industrial Hygiene Association Journal 45**(10):719-726
[110] Fenske, R.A. (2003) *Dermal Exposure Assessment*. In: **Modern Industrial Hygiene - Volume 2**, pp. 463-493. J.L. Perkins, Ed. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, OH
[111] Gouvernement du Canada (2 juillet 2003) Décret d'inscription de substances toxiques à l'annexe 1 de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999). **Gazette du Canada Partie II 137**(14):1864-1877
[112] Olivier, M.J. (1998) **Chimie de l'environnement**. Les Productions Jacques Bernier Enr., Longueuil, QC
[113] Gouvernement du Canada (27 mars 2004) Programme fédéral de réduction des émissions de composés organiques volatils attribuables aux produits de consommation et aux produits commerciaux. **Gazette du Canada Partie I 138**(13):773-779
[114] Bégin, D.; Gérin, M. (2001) **Substitution des solvants - Études de cas d'implantation**. Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (R-269), Montréal, QC
[115] Gérin, M.; Bégin, D. (2002) *Substitution : démarche et outils*. In: **Solvants industriels - Santé, sécurité, substitution**, pp. 39-60. M. Gérin, Ed. Masson, Paris
[116] Gagné, M.; Filion, A.M. (2002) **Guide d'utilisation d'une fiche signalétique**. Commission de la santé et de la sécurité du travail, Service du répertoire toxicologique, Montréal
[117] U.S. NLM (2003) **ChemID*plus***. United State National Library of Medicine, Bethesda, MD
[118] MDL Information Services Inc. (2003) **Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (RTECS)**. Canadian Centre for Occupational Health and Safety, Hamilton, ON
[119] Weast, R.C., Ed. (1988) **CRC Handbook of Chemistry and Physics. 69TH Edition**. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL
[120] RepTox (2003) **Alcool benzylique**. Commission de la santé et de la sécurité du travail, Service du Répertoire toxicologique, Montréal
[121] Dowthwaite, S.V.; Kietthanakorn, S. (1998) **The Perfumer's Workbook, version 1.10**. Thaï-China Flavours & Frangrances Company Limited, Nonthaburi, Thaïland
[122] Lewis, R.J. (2000) **Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials**. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY
[123] Buttery, R.G.; Turnbauch, J.G.; Ling, L.C. (1988) Contribution of Volatiles to Rice Aroma. **Journal of Agricultural and Food Chemistry 36**(5):1006-1009
[124] Riddick, J.A.; Bunger, W.B.; Sakano, T.K. (1986) **Organic Solvents - Physical Properties and Methods of Purification**. A. Weissberger, Ed. John Wiley & Sons, New York, NY
[125] NFPA (2002) **Fire Protection Guide to Hazardous Materials**. National Fire Protection Association, Quincy, MA

[126] Stewart, J.H.; Herrick, R.F.; Horowitz, M.; Labato, F.J.; Shapiro, J. (1999) **Industrial-Occupational Hygiene Calculations: A Professional Reference**. Millennium Associates, Westborough, MA
[127] Huntsman (1995) **JEFFSOL™ Carbonates Comparative Solvents Data**. Huntsman Corporation, Houston, TX
[128] Mellan, I. (1959) **Source Book of Industrial Solvents, Volume III, Monohydric Alcohols**. Reinhold Publishing Corporation, New York, NY
[129] Dean, J.A. (1999) **Lange's Handbook of Chemistry**. McGraw-Hill, New York, NY
[130] Verschueren, K. (1996) **Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals**. Van Nostrand Reinhold, New York, NY
[131] SRC (2004) **Interactive LogK_{ow} (K_{ow} Win) Demo**. Syracuse Research Corporation, North Syracuse, NY
[132] Doolittle, A.K. (1935) Lacquer Solvents in Commercial Use. **Industrial and Engineering Chemistry 27**(10):1169-1179
[133] Doolittle, A.K. (1954) *Solvents, Industrial*. In: **Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 12**, pp. 654-686. R.E. Kirk; D.F. Othmer, Eds. The Interscience Encyclopedia, New York, NY
[134] Yalkowsky, S.H.; He, Y., Eds. (2003) **Handbook of Aqueous Solubility Data: An Extensive Compilation of Aqueous Solubility Data for Organic Compounds Extracted from the AQUASOL dATAbASE**. CRC Press, Boca Raton, FL
[135] Budavari, S., Ed. (1996) **The Merck Index**. Merck & Co., Inc., Whitehouse Station, NJ
[136] Lide, D.R., Ed. (1996) **Properties of Organic Solvents Version 2.0**. CRC Press, Inc. (disque optique compact), Boca Raton, FL
[137] Hansen, C.M. (2000) **Hansen Solubility Parameters - A User's Handbook**. CRC Press, Boca Raton, FL
[138] Urben, P.G., Ed. (1995) **Bretherick's Handbook of reactive chemical hazards: an indexed guide to published data**. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK
[139] Sander, R. (1999) **Compilation of Henry's Law Constants for Inorganic and Organic Species of Potential Importance in Environmental Chemistry**. Max-Planck Institute of Chemistry, Air Chemistry Department, Mainz

Annexe I

Propriétés physico-chimiques[42] et de santé et sécurité du travail de l'alcool benzylique

Propriété	Valeur	Référence
Synonymes	Benzènecarbinol Benzèneméthanol Benzyl Alcohol Hydroxyméthylbenzène α-Hydroxytoluène Phénylcarbinol Phénylméthanol	(117)
Numéro CAS	100-51-6	(117)
Numéro RTECS	DN3150000	(118)
Numéro EINECS	202-859-9	(117)
Formule brute Formule semi-développée	C_7H_8O $C_6H_5CH_2OH$	(117)
Masse moléculaire	108,14	(119)
État physique	Liquide	(120)
Apparence	Transparent	(120)
Couleur	Incolore	(120)
Odeur[43]	Délicate, sucrée, aromatique, florale, de jasmin	(121)
Saveur	Âcre	(122)
Seuil de détection olfactive	5,5 ppm 10 ppm (solution aqueuse)	(106) (123)
Densité relative[44]	1,0419 (d_4^{24})	(119)
Point de fusion	- 15,3 ^{0}C	(119)
Point d'ébullition	205,3 ^{0}C	(119)
Tension de vapeur	0,11 mmHg @ 25 ^{0}C 1 mmHg @ 58 ^{0}C 10 mmHg @ 92,6 ^{0}C 5 à 15 Pa @ 25 ^{0}C (10 mesures rapportées de la littérature)	(124) (119) (76)
Densité de vapeur	3,72 (air = 1)	(125)
Concentration de vapeur saturante	145 ppm @ 25 ^{0}C	Calculée[45]
Taux d'évaporation (acétate de butyle normal = 1)	0,007 @ 25 ^{0}C	(127)
Point d'éclair	101 ^{0}C (coupelle ouverte)	(128)

[42] Plusieurs propriétés sont vulgarisées dans le Guide d'utilisation d'une fiche signalétique de la CSST (116)

[43] L'odeur ressemble à s'y méprendre à celle de l'essence d'amande artificielle que l'on retrouve en alimentation.

[44] Densité de l'alcool benzylique à la température en degrés Celcius indiquée en exposant par rapport à celle de l'eau à 4 ^{0}C, indiquée en indice, à son maximum de densité.

[45] Concentration de vapeur saturante en ppm à une température donnée = $(P_v/P_{atm}) \times 10^6$ où P_v est la tension de vapeur de la substance à la température donnée et P_{atm} est la pression atmosphérique (126).

Propriété	Valeur	Référence
	101 ^{0}C (coupelle fermée) 93 ^{0}C (coupelle fermée)	(124) (125, 129)
Limite inférieure d'inflammabilité	1,3 % @ 170 ^{0}C et 101,3 kPa	(13)
Limite supérieure d'inflammabilité	13,0 % @ 170 ^{0}C et 101,3 kPa	(13)
Température d'auto-ignition	436 ^{0}C 435 ^{0}C	(125, 129) (13)
Coefficient de partage octanol-eau (Log k_{ow})	1,1 (mesuré) 1,08 (calculé) 1,0 à 1,6 (27 mesures rapportées de la littérature)	(130) (131) (76)
Solubilité dans l'eau[46]	0,08 % en poids @ 20 ^{0}C 4 % en poids @ 20 ^{0}C 35 g/L @ 20 ^{0}C 34 à 46 g/L (16 mesures rapportées de la littérature, de 20 à 30 ^{0}C) 38 à 42 g/L (8 mesures rapportées de la littérature de 20 à 55 ^{0}C) 39 g/L @ 17 ^{0}C 38 g/L @ 20 ^{0}C 43 g/L @ 25 ^{0}C 46 g/L @ 25 ^{0}C	(124, 129) (13) (130) (76) (134) (134) (134) (134) (134)
Solubilité dans les autres liquides	Un volume se dissout dans 1,5 volume d'une solution aqueuse d'éthanol à 50 %. Miscible avec l'éthanol pur ou à 94 % dans l'eau, l'éther diéthylique et le chloroforme. Modérément soluble dans l'acétone, le benzène et le méthanol.	(135) (136)
Paramètres de solubilité de Hansen	δ_d = 18,4 MPa$^{1/2}$ δ_p = 6,3 MPa$^{1/2}$ δ_h = 13,7 MPa$^{1/2}$	(137)
Stabilité	Stable en l'absence d'oxygène; s'oxyde lentement en benzaldéhyde à l'air libre.	(95)
Incompatibilité	Oxydants forts	(95)
Polymérisation	Polymérisation exothermique en présence de chaleur	(138)

[46] La plupart des auteurs rapportent une solubilité de l'AB avoisinant 4 % dans l'eau. La valeur de 0,08 % est issue d'une publication de Doolittle de 1935 (132). Or ce même auteur, dix-neuf ans plus tard, rapporte une valeur compatible avec celle que l'on retrouve généralement aujourd'hui, soit 3,5 % (133).

Propriété	Valeur	Référence
	(>100 ^{0}C) + HBr (1,4 %) + Fe^{+2} (1,1 %)	
Constante diélectrique	13,1 @ 20 ^{0}C 11,9 @ 30 ^{0}C	(124)
Constante de la loi d'Henry[47]	0,0231 Pa·m^3/mol 0,0396 Pa·m^3/mol 9000 mol·L^{-1}·atm^{-1}	(76) (139)
Chaleur latente de vaporisation	50,484 KJ/mol (au point d'ébullition)	(124)
Chaleur de combustion	3736,97 kJ/mol	(124)
Tension superficielle	39,96 N/m @ 20 ^{0}C	(124)
Viscosité	7,76 cP @ 15 ^{0}C 4,65 cP @ 30 ^{0}C	(124)
Facteurs de conversion	1 ppm = 4,42 mg/m^3 1 mg/m^3 = 0,226 ppm @ 25 ^{0}C et 760 Torr	Calculés

[47] La définition de la constante de la loi d'Henry diffère entre les références citées.

Annexe II

Fabricants d'alcool benzylique*

Atofina Canada
700 Third Line
Oakville, Ontario L6J 5A3
Téléphone : 905-827-9841; sans frais : 800-567-5726
Télécopie : 905-827-7913
Personne contact : Kari Hocking (kari.hocking@atofina.com)
(l'AB est fabriqué par Atofina en France)
http://www.atofinachemicals.com/plants/canada

Bayer Chemicals
D-51368 Leverkusen
Allemagne
Téléphone : +49 214-30-81971
Télécopie : +49 214-30-9681971
Personne contact : Beate Hirte (beate.hirte.bh@bayerchemicals.com)
(Bayer Chemicals Canada, Montréal, tél. : (514) 697-5550)
http://basic.bayerchemicals.com

Noveon Kalama, Inc.
1296 Third Street, N.W.
Kalama, WA 98625
États-Unis
Téléphone : 360-673-2550
Télécopie : 360-673-3564
http://www.noveon.com

Tessenderlo Group
Rue du Trône 130
B-1050 Bruxelles
Belgique
Téléphone : +32 2 639 18 11
Télécopie : +32 2 639 17 02
http:// www.tessenderlogroup.com
(l'usine où l'AB est fabriqué : Chemielim NV, Ankerkade, 111, NL-6222 Maastricht, Pays-Bas)

* Liste non exhaustive